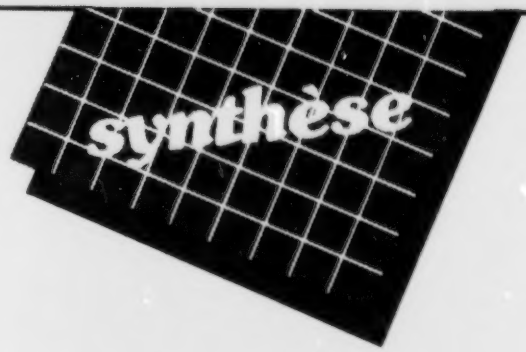


BAISSE DU RECRUTEMENT ET DÉCROISSANCE DU TROUPEAU DE CARIBOUS DE LA RIVIÈRE GEORGE

par
Serge Couturier
Josée Brunelle
et
Denis Vandal

Janvier 1988

Québec

89-02464/

Baisse du recrutement et décroissance du troupeau de caribous de la rivière George

par

Serge Couturier

Josée Brunelle

Denis Vandal

Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche

Direction régionale du Nouveau-Québec

Janvier 1988

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
1er trimestre 1988
ISBN: 2-550-18348-7

AVANT-PROPOS

Ce rapport présente des données inédites récoltées par les auteurs entre 1985 et 1987 sur le recrutement et la condition physique du troupeau de caribous de la rivière George. Cependant, certaines des conclusions émises s'appuient sur une nouvelle analyse de données récoltées depuis une quinzaine d'années par plusieurs intervenants de diverses organisations, tant du Québec que du Labrador. La section Remerciements souligne d'ailleurs l'importante contribution de certains d'entre eux lors de la récolte de données.

Les faits saillants de cette analyse ont été présentés, par le premier auteur, dans le cadre du 3^{e} Atelier nord-américain sur le caribou tenu à Chena Hot Springs, en Alaska, du 3 au 6 novembre 1987. Un résumé de cette conférence est publié dans le compte rendu de l'atelier.

RÉSUMÉ

Après avoir apparemment connu une époque d'abondance à la fin du siècle dernier, les populations de caribous du Nord québécois ont rapidement décliné provoquant des famines chez les autochtones. Par la suite, le caribou est demeuré rare jusqu'au début des années 1960. Puis une croissance de 10 à 15% annuellement causée par un recrutement très élevé a permis de dépasser le niveau des 300 000 caribous au début des années 1980. Le présent rapport constitue la première information pessimiste concernant l'histoire récente du troupeau de la rivière George. Une nouvelle analyse des structures printanières de population a permis d'illustrer la diminution du recrutement brut depuis 1977. Cette baisse serait causée par une augmentation de la mortalité des faons en hiver depuis 1977 et par une augmentation, depuis 1984, de leur mortalité estivale. Une baisse soupçonnée du taux de gestation semble également en partie responsable de la diminution du recrutement brut. Après avoir estimé le taux d'exploitation par l'homme et le taux de mortalité naturelle, il a été possible d'évaluer le recrutement net. Cette évaluation suggère que le troupeau a décru légèrement depuis 1984. Une discussion sur les causes probables de la décroissance du troupeau permet de mettre en évidence les effets négatifs et les inter-relations de divers facteurs: condition physique diminuée des femelles, détérioration de l'habitat sur le terrain de mise bas, retard de la date des naissances, augmentation de la densité dans l'ensemble de l'aire de répartition et surtout sur le terrain de mise bas, augmentation de la population de loups, accumulations de neige exceptionnellement élevées de l'hiver 1980-1981, etc. De plus, l'évaluation du recrutement net met en doute la fiabilité de l'inventaire de juin 1984 qui aurait surestimé la taille du troupeau avec un résultat de 472 200 caribous. Nous suggérons plutôt que la taille du troupeau devait se situer autour de 320 000 caribous à cette époque. Considérant cette incertitude sur la taille réelle du troupeau et compte tenu de la baisse importante du recrutement observée récemment, il est recommandé de laisser la croissance prévue de la chasse sportive et d'alimentation récolter les surplus disponibles. Un nouvel inventaire devrait permettre de clarifier la situation de ce troupeau qui demeure malgré tout sous-exploité.

ABSTRACT

Following a period of abundance by the end of last century, caribou populations of northern Quebec have rapidly declined resulting in famine for the native peoples. Caribou remained rare until the early 1960's. With an annual rate of increase of 10 to 15% resulting from a very high recruitment, a level of over 300 000 caribou was attained by the early 1980's. The present report contitutes the first pessimistic information concerning the latest history of the George River Herd. It describes the decline of gross recruitment observed since 1977. This reduction would be caused both by an increasing calf winter mortality since 1977 and by an increase of their summer mortality since 1984. A reduction in pregnancy rate could also be partly responsible for a decline in gross recruitment. Evaluation of net recruitment shows that the rate of increase of the herd is negative since 1984. A discussion of the probable causes of the declining herd emphasizes the negative effects and interrelation of various factors: physical condition of females, habitat deterioration on the calving grounds, delayed birth dates, increase in density within their range and especially on calving grounds, increase in wolf population, exceptionally high snow accumulation during the 1980-1981 winter, etc. Moreover, from the evaluation of net recruitment, we suspect the June 1984 census to be incorrect, having overestimated the 472 200 caribou herd size. We are suggesting instead that the herd size must have been around 320 000 caribou at that time. Considering the uncertainty over the real herd size and also the recently observed decline in recruitment, it is advisable to leave sport and native hunting to harvest population surplus. Another census should permit clarification of the situation of the George River herd, which remains nevertheless under-harvested.

ᓇᐃᓐᓕᑎᐊᒪᓪᓗᓂ

ᐱᑕᖅᐱᖓᓕᐅᑉᑲᖅᓯᑎᑦ 1800 ᐃᓗᐊᓂ. ᑐᑦᑐᐃᑦ ᑯᓘᐃᑦ ᑕᑦᕿᖅᓂ ᐃᑭᐸᓕᓕᐅᑉᓴᑦ ᐊᓗᐃᓕ ᓄᓇᓕᑐᖅᐳᐃᑦ ᐱᑦᓂᓕᐊᓗᓯᓗᑎᑦ. ᑐᑦᑐᖅᓗᐊᓕᐅᑉᐸᒋᓕᓄ 1960 ᐱᓕᐊᓗᕿᑦᑎᓂᔪᒍ. ᐅᓄᓗᓴᓕᓕᐊᓗᑎᑦ ᐊᑦᕿᔪᑕᒪᒃ 10%-ᒥ 15%-ᒧᑦ. ᐊᒥᓗᓐᔪᓕᐅᑉᓴᑦ 300,000 ᐅᖅᑕᓄᑦ ᑐᑦᑐᐃᑦ 1980 ᐱᓕᐊᑎᓂᔪᒍ. ᒪᑉᓄ ᑐᓴᕿᑦᓴᐳ ᓄᐃᑎᑦᓯᐅᖅ ᓴᓴᓯᓗᓂᐊᓕᖅᑐᑦ. ᑖᑦᓄᐊ ᑲᑎᕿᑦᓴᑦ ᓄᓇᓕᖅᑐᑦ ᑐᑦᑐᖅᑦᑕ ᖃᓄᐃᓕᓂᖅᓂᖅ. ᓄᐃᑕᑎᓂᓗᓯᓗᑎᑦ ᐃᓕᖅᑐᑦᑕᓕᓗᓂᖅᓂᖅ ᐊᑦᕿᔪᓂᑦ 1977-ᒥ. ᑖᓄᓇ ᐃᓕᖅᑐᓕᐊᑦᓂ ᐱᑦᓂᖅᓱᖅᓴᐳ ᐊᒥᓗᓐᔪᓕᐊᓗᓂᖅᓂᖅᓄᑦ ᓄᓇᕕᖅ ᐅᐱᐅᑦᓄᑦ ᑐᑦᑐᐃᖅᑕᓂᖅᓄᑦ 1977-ᖓᓕᓂᒪᓕᒃ ᐊᑦᒪᓕ ᐊᒥᓗᓐᔪᓕᐊᓗᓂᖅᓂᖅᓄᑦ ᐅᐱᑦᓯᐅᖅ ᑐᑦᑐᐃᖅᑕᓂᖅᓄᑦ 1984-ᖓᓕᓂᒪᓕᒃ. ᐃᓕᖅᑐᓕᐊᑦᑐᓄᑦ ᐃᑦᓕᐅᑦᓄᑦ ᐱᑦᓂᑦᓕᓕᒫᓂᖅᓄᑦ ᐃᓕᖅᑐᑦᓂᓕᐊᓗᓂᖅᓂᖅᓄᑦ ᓄᓇᕕᖅ ᐅᐱᐅᑦᓄᑦ. ᖃᒪᓂᖅ ᑐᑦᑐᒪᓗᓂᑦ ᑐᑦᑐᐃᖅᑕᓂᖅᓂᖅ ᓄᓇᕕᖅ ᐅᐱᐅᑦᓄᑦ ᐃᓕᖅᑐᑦᑕᓕᓗᓂᖅᓂᖅ 1984 ᖓᓕᓂᒪᓕᒃ. ᐅᖅᑕᓕᒪᐅᑎᓂ ᐱᑦᓂᑦᓕᓕᐊᓗᓂᖅᓂᖅ ᓴᓄ ᓄᓇᕕᖅ ᐱᑦᓂᖅᓱᖅᓴᐳ ᐃᓕᖅᑐᑦᑕᓕᓗᓂᖅᓂᖅ ᐊᑦᒪᓕ ᐃᓕᓴᕐᓂᐊᓕᖅᑐᑦ ᓄᓇᕕᖅ ᐅᐱᐅᑦᓄᑦ: ᖃᓄᐃᓂᖅᑐᑦ ᐊᑦᓇᐃᑦ. ᓇᓴᒃᑐᑦᑕ ᓴᓂᓐᔪᑦᑐᓂᖅᓂᖅ ᑭᖓᓪᓗᓂᑦᓂᖅᑐᑦ ᐃᓄᓕᓂᖅᑐᑦᑕ. ᐊᒥᓗᓐᔪᓕᐊᓗᓂᖅᓂᖅ ᐃᓄᓕᓕᒫᓂᖅᓂᖅ ᐊᑦᒪᓕ ᐊᓕᕐᐃᓕᓕᐊᓗᓂᖅᓂᖅ 1980-1981-ᒥ. ᐊᓗᑦᑐᓗ ᐊᑦᒪᓗᓕᐊᓗᓕᒃ ᖃᓪᓗᓕᑦᑐᐃᓂᖅᓂᖅᑕ ᑐᑦᑐᐃᓄᑦ ᒪᑐᐃᓕᖅᓂᖅᑕ. ᐃᓗᓕᖅᓄᓪᓗ ᐊᑦᒪᓗᓕᐊᓗᓂᖅᓂᖅ 1984 ᑭᓴᕐᓂᐊᓕᖅᑐᑦᑕᓂᖅᓂᖅᓄᑦ ᑕᑦᓂᓕᐊᓗᓯᓗᑎᑦ 472,200 ᑐᑦᑐᓂᖅ ᐅᓄᓂᖅᑎᓗᓕᖅᓂᖅ. ᐃᒪᓗᓕᖅᓄᑦᑐᐃᖅᓄᑦᑐᓗᓕᒫᓂᖅᓄᑦ ᑐᑦᑐᐃᓄᑦ ᐊᒥᓗᓂᖅᓂᖅ 320,000 ᒥᓴᓂᖅᓄᑦᑐᐃᓂᐅᑉᓴᐅᓕᖅᓂᖅ. ᐱᖓᓗᒍ ᓄᓇᐃᓚᐅᑉᓗᒪᓕᓗᓂᐊᓕᖅᑐᑦᓂᖅᓄᑦ ᖃᓄᓕᓕᓇᐅᑦᒪᓕᖅᑕ ᐊᑦᒪᓕ ᐅᓇᓕᐊᓗᑦᓕ ᓄᓇᐃᐊᓚᐅᑉᓴᑦᑕᖅᒥᑦ ᐃᓕᖅᑐᑦᓕᓕᐊᓗᓂᖅᓂᖅᑕ ᖃᐅᔨᓂᓄᓇᑉᓗᓂᓄᑦ ᐱᖓᓱᐃᓐᓇᕐᓂᖅᓄᑦ ᐅᓄᓂᖅᑐᑎᓪᓗᐊᓗᑦᓂᓐᓂ ᑐᑦᑐᓂᐊᓗᑦᓂᓐᓂ ᖃᓄᖅ ᐅᓄᓂᖅᑐᑎᓪᓗᐊᓗᑦᓂᓐᓂ ᐅᓄᓂᖅᑐᑎᓪᓗᐊᓗᑦᓂᓐᓂ ᐊᑦᒪᓕ ᓄᓇᕕᖅ ᐅᐱᐅᑦᓄᑦ ᐅᒪᓕᐊᓗᑦᓂᖅᓂᖅ. ᑭᓄᓇᓄᓇᑉᓗᓂᖅᓄᑦ ᓄᓇᐃᓚᐅᑉᓴᑦᑕᖅᒥᑦ ᖃᓄᐃᓕᓂᖅᓂᖅᓄᑦᑐᐃᓂᐅᑉᓴᑦᑕᖅᒥᑦ ᐃᓕᖅᑐᑦᓕᓕᐊᓗᓂᖅᓂᖅᑕ ᐃᓕᓴᕐᓂᐊᓕᖅᑐᑦᑕᓕ

REMERCIEMENTS

Il est important de noter que cette étude a dépendu largement des données récoltées par un grand nombre d'intervenants tant du Québec que du Labrador. Nous aimerions remercier en particulier le biologiste M. Stuart Luttich du Wildlife Department à Goose Bay au Labrador qui a effectué la majorité des dénombrements que nous avons utilisés pour décrire la survie hivernale des faons. Nous remercions également le technicien de la faune M. Didier Le Henaff du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche à Québec pour sa contribution inestimable à la récolte de données sur le caribou de la rivière George depuis plus d'une quinzaine d'années. Nous remercions également M. Charles Drolet du Service canadien de la faune à Sainte-Foy qui nous a permis d'utiliser les données non publiées relatives à la condition physique des caribous en mars 1976. Le D^{r} Jean Huot nous a fourni les données brutes décrivant la condition physique des caribous en 1983 et 1984 et nous lui en sommes très reconnaissants. Nos sincères remerciements s'adressent aussi au D^{r} Cyrille Barrette de l'Université Laval à Sainte-Foy et au D^{r} David Fraser d'Agriculture Canada à Ottawa pour avoir judicieusement révisé et commenté la version préliminaire du texte. M. Gilles Harvey, chef du Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, de la Direction régionale du Nouveau-Québec du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche à Sainte-Foy a également apporté des commentaires très utiles lors de la révision du texte initial. M^{me} Julie Bernier, statisticienne à l'Université Laval, nous a conseillés lors de certaines analyses de données. Nous exprimons aussi notre gratitude à M. Denis Fiset pour sa précieuse assistance lors de différentes étapes de la récolte et de l'analyse des données, ainsi que pour les discussions pertinentes qui ont suivi. Nous remercions également M^{me} Laura Parna pour son travail dans la compilation des données. Nous sommes reconnaissants envers M. Johnny Adams pour la traduction du résumé en inuktitut.

De sincères remerciements sont adressés aux Inuit de Kuujjuaq et aux Naskapis de Kawawachikamach pour leur collaboration lors de certains travaux sur le terrain. Les pilotes Johnny May de Kuujjuaq et Fabien Lemieux de Québec ont fourni un excellent travail.

TABLE DES MATIERES

PAGE

AVANT-PROPOS iii

RÉSUMÉ v

ABSTRACT vii

ᓇᐃᓕᓂᕆᔨᖅᑕᐅᓯ ix

REMERCIEMENTS xi

TABLE DES MATIERES xiii

LISTE DES TABLEAUX xv

LISTE DES FIGURES xvii

INTRODUCTION 1

AIRE D'ÉTUDE 2

MÉTHODES 4

Taille et structure du troupeau 4

Taux de gestation et de natalité 5

TABLE DES MATIERES (suite)

PAGE

RÉSULTATS ET DISCUSSION 7

Taille du troupeau 7

Taux de gestation et de natalité 8

Recrutement brut 13

Mortalité des adultes 20

Recrutement net 23

Facteurs de régulation 27

Habitat et condition physique 29

Densité et dispersion 34

Prédation par le loup 35

Facteurs indépendants de la densité 35

CONCLUSION 36

RÉFÉRENCES 39

LISTE DES TABLEAUX

PAGE

TABLEAU 1. Taux de gestation (%) du troupeau de caribous de la rivière George et comparaison avec d'autres troupeaux 9

TABLEAU 2. Structure de population réalisée du 22 au 24 juin 1987 et évaluation du taux de natalité 12

TABLEAU 3. Structures de population au printemps du troupeau de la rivière George de 1977 à 1987 18

TABLEAU 4. Effectifs et recrutement net du troupeau de caribous de la rivière George de 1976-1977 à 1986-1987 24

LISTE DES FIGURES

PAGE

FIGURE 1. Aires de répartition des troupeaux nordiques de caribous au Québec 3

FIGURE 2. Chronologie des naissances en juin 1987 sur le terrain de mise bas du troupeau de la rivière George 11

FIGURE 3. Ratio "faons par 100 femelles (≥1 an)" à l'automne et au printemps dans le troupeau de la rivière George depuis 1976 15

FIGURE 4. Simulation de l'évolution démographique du troupeau de la rivière George à l'aide du taux de recrutement net et des inventaires aériens de 1976 et de 1984 (voir le texte) 26

FIGURE 5. Évolution comparative de différents troupeaux de caribous 28

FIGURE 6. Superficie occupée et densité totale de caribous sur le terrain de mise bas depuis 1974 30

FIGURE 7. Retard de la date des naissances et diminution de la survie hivernale des faons depuis 1976 33

INTRODUCTION

De nombreux exemples tendent à démontrer que les troupeaux de caribous (*Rangifer tarandus*) enregistrent régulièrement des fluctuations de populations beaucoup plus dramatiques que celles notées chez d'autres ongulés. Cette tendance a été observée notamment chez les troupeaux du Kaminuriak (Heard et Calef, 1986), du Nelchina (Doerr, 1979; Hemming 1975), du Beverly (Miller, 1983), de l'Ouest de l'Arctique (Haber et Walters, 1980), de l'Ile St-Matthew (Klein, 1968), du Bluenose (Carruthers et Jakimchuk, 1983) et du Delta (Davis *et al.*, 1983).

Quelques cas documentés suggèrent qu'une centaine d'années pourraient s'écouler entre deux sommets de population consécutifs (Hemming, 1975; Haber et Walters, 1980; White *et al* ., 1981). Cependant, ces observations n'impliquent pas que le caribou possède des cycles de durée fixe puisque de nombreux facteurs intrinsèques (compétition intraspécifique, habitat, prédation, etc.) ou extrinsèques (chasse, climat, etc.) peuvent influencer la taille et l'évolution d'un troupeau.

Parmi les hypothèses retenues pour expliquer le mécanisme contrôlant les populations de caribous, la régulation par l'habitat (Haber et Walters, 1980) et par la prédation (Bergerud, 1980) sont celles les plus fréquemment évoquées. Exprimant une idée largement répandue parmi les spécialistes de l'écologie du caribou, Haber et Walters (1980) ont affirmé que le troupeau de la rivière George avec sa forte densité, sa croissance rapide et son excellente condition physique offrait la meilleure opportunité pour comprendre les mécanismes impliqués dans la dynamique de population d'un grand troupeau de caribous en présence d'une faible population de loups.

Dans cet esprit, nous croyons important de documenter en détails tous les aspects de la dynamique de population de ce troupeau actuellement dans une phase critique de son évolution. Ce rapport a pour objectif de décrire, dans une nouvelle analyse, l'évolution du recrutement et des mortalités depuis 1973 (gestation, natalité, survie juvénile, etc.). Quelques informations sont fournies afin de préciser l'état de la condition physique, l'importance des populations de loups et le niveau d'utilisation de l'habitat, en particulier celui du terrain de mise bas.

Au-delà de l'intérêt scientifique du troupeau de la rivière George, il convient de souligner l'importance sociale, économique et écologique du caribou pour le Nord du Québec et le Labrador.

AIRE D'ÉTUDE

Le troupeau de la rivière George occupe actuellement la majorité du territoire de la péninsule du Québec-Labrador compris entre le 54° et le 59° de latitude nord (Fig. 1). D'une superficie de 550 000 km^2, l'aire de répartition du troupeau chevauche trois grands biomes de végétation (modifié selon Payette, 1983). Du sud vers le nord, on retrouve d'abord la taïga caractérisée par la présence de l'épinette noire (*Picea mariana*), du pin gris (*Pinus divaricata*), du mélèze (*Larix laricina*) et par une biomasse importante de lichens terricoles. Plus au nord, s'étend la toundra forestière qui abrite les plus fortes densités de caribous et qui se distingue de la toundra arctique par la présence clairsemée de l'épinette noire et plus rarement du mélèze. On rencontre également d'importants tapis de lichens et des peuplements d'éricacées, deux sources potentielles de nourriture pour le caribou. La toundra arctique se caractérise par l'absence d'arbres et la présence de landes recouvertes de bosquets d'éricacées rabougris et épars sur un tapis de lichens.

La limite des arbres marque le passage entre la toundra arctique et la toundra forestière, elle s'étend généralement d'est en ouest le long du 58° de latitude nord. Par contre, en raison de l'altitude (800-1700 mètres), la limite des arbres s'incline subitement vers le sud et la toundra arctique couvre alors les hautes terres à l'est de la rivière George. Cette particularité végétale marque profondément la vie du caribou de la rivière George puisque les femelles trouveront, dans cette pointe de toundra arctique, toutes les conditions favorables pour la mise bas.

Environ la moitié des précipitations tombent sous forme de neige. La taïga reçoit environ trois mètres de neige (Schefferville, moyenne de 1951-1980, 340 cm) tandis que la toundra forestière et la toundra arctique en reçoivent environ deux mètres (Kuujjuaq, moyenne de 1951-1980, 224 cm). Les villages de Kuujjuaq (58° 06' N, 68° 24' W) et de Schefferville (54° 48' N, 66° 50' W) situés respectivement au nord et au sud de l'aire de répartition du troupeau de la rivière George enregistrent en janvier une température moyenne (1951-1980) de -23.4°C et de -22.7°C. En juillet, la température moyenne atteint 11.3°C et 12.6°C à Kuujjuaq et à Schefferville respectivement.

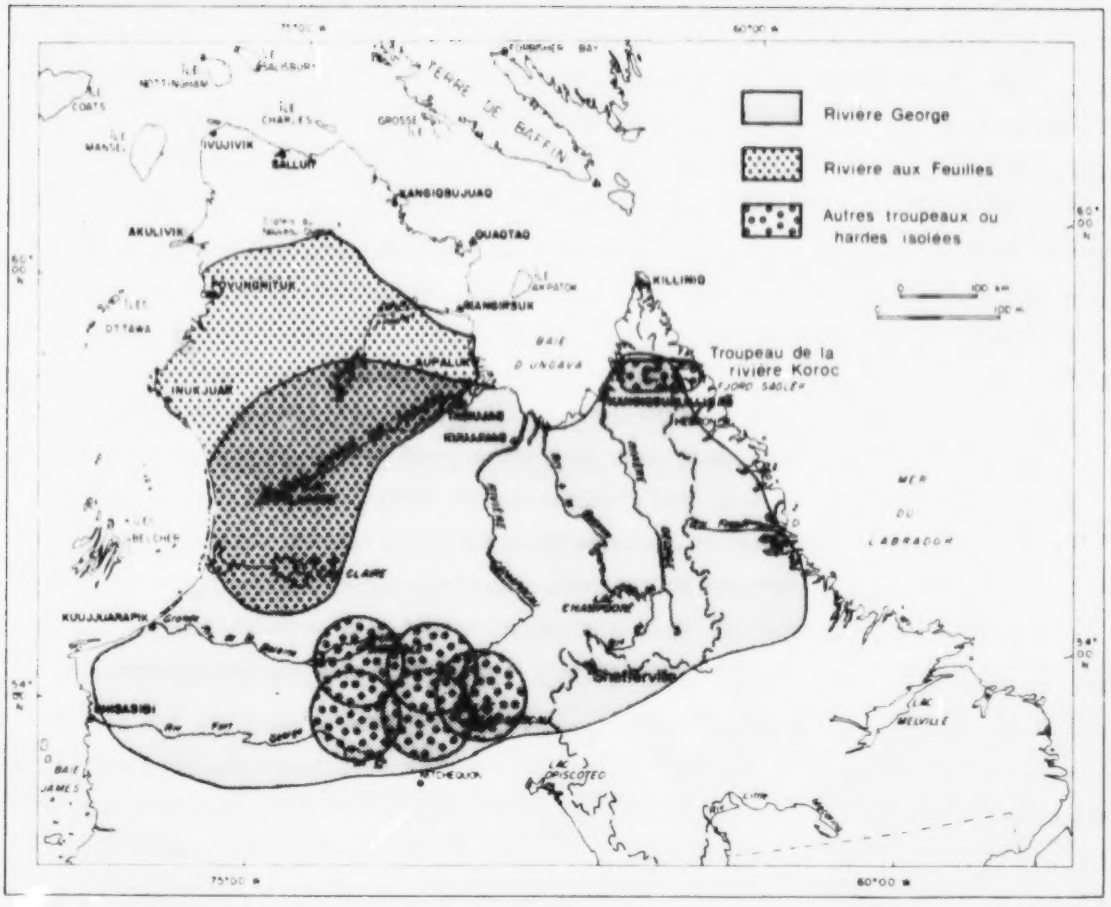


Fig.1. Aires de répartition des troupeaux nordiques de caribous au Québec

MÉTHODES

Taille et structure du troupeau

Différents inventaires aériens aux techniques et précisions variées ont permis d'illustrer la croissance rapide du troupeau de la rivière George depuis 1954. Ces inventaires ont été réalisés principalement par le personnel du gouvernement du Québec et du gouvernement de Terre-Neuve, parfois conjointement, parfois de façon indépendante. Des décomptes faits par des observateurs à bord d'aéronefs, suivis d'extrapolations simples pour tenir compte des superficies non couvertes, ont caractérisé les estimations de population faites entre 1954 et 1973 (Banfield et Tener, 1958; Desmeules et Brassard, 1963; Bergerud, 1967; Pichette et Beauchemin, 1973; Wetmore, 1973). Au cours des mois de juin de 1976, 1980 et 1982, des observateurs à bord d'aéronefs dénombraient les femelles présentes sur les aires de mise bas (Juniper,1980a, 1982; Goudreault, 1982). Les observateurs furent délaissés au profit de l'utilisation de la photographie aérienne verticale en juin 1984 et 1986 (Goudreault *et al.*, 1985; Crête *et al.*, 1987). A partir de 1980, il a été possible de calculer les intervalles de confiance des estimés. Cependant, il convient de préciser que tous ces intervalles étaient basés uniquement sur la variabilité du décompte des femelles sur le terrain de mise bas. Ils ne tiennent pas compte de la variabilité observée lors des structures de population à l'automne utilisées dans le calcul de la proportion de femelles dans le troupeau.

Entre 1979 et 1987, le personnel du gouvernement du Québec et celui du gouvernement de Terre-Neuve ont réalisé à chaque automne, entre le 19 octobre et le 5 novembre, des décomptes au sol visant à déterminer la composition de la population. A l'époque du rut, la structure obtenue est supposée être représentative de l'ensemble du troupeau. Entre 1973 et 1978, la période d'observation a été légèrement plus variable, soit entre le 1er et le 31 octobre. Le nombre de caribous dénombrés par des observateurs au sol a varié, depuis 1973, entre 1593 (en 1974) et 27 769 (en 1978) avec une moyenne légèrement inférieure à 9000 (données compilées par Messier et Huot, 1985; données non publiées; Vandal *et al* ., en prép.).

Chaque printemps depuis 1974, les biologistes du Québec mais surtout ceux de Terre-Neuve ont effectué des décomptes de caribous entre le début d'avril et la mi-juin. Si l'on ne retient que les décomptes faits au mois d'avril, comme il est proposé plus loin (voir la discussion), les données récentes se limitent à la période de 1977 à 1987 inclusivement, à l'exception des années 1985 et 1986 où il n'y a eu aucun décompte au printemps. Pour la classification réalisée les 8 et 9 avril 1987, il fut possible de calculer l'écart-type (é. t.) du pourcentage de faons dans l'échantillon en utilisant la formule pour la variance d'un ratio présentée par Cochran (1977, p. 66). Puisque les mâles adultes sont séparés du reste du troupeau durant la majeure partie de l'année, la première étape dans l'analyse des structures de population consiste à obtenir une image réaliste de l'abondance des mâles dans le troupeau (Doerr, 1979). Ainsi à l'instar de Thomas (1969), Parker (1972), Calef (1982) et Heard et Calef (1986), nous avons corrigé les échantillons d'avril pour tenir compte de l'absence des mâles. Pour chacune des années où ce calcul a été possible (1977 à 1987), le ratio des sexes des adultes à l'automne suivant fut utilisé pour corriger l'échantillon du printemps (données compilées par Messier et Huot, 1985; données non publiées; Vandal *et al.*, en prép.). Ceci suppose que ce ratio ne change pas entre avril et octobre.

Taux de gestation et de natalité

En mars 1986 (n=20) et en avril 1987 (n=98), un échantillon de caribous abattus à la chasse sportive et à la chasse autochtone principalement ont été autopsiés dans le cadre d'une étude de la condition physique du caribou de la rivière George (Couturier *et al.*, sous presse). La présence ou l'absence de foetus a été notée chez les femelles âgées de 21 mois et plus. Un échantillon de 12 femelles récolté en juin 1986 et en juin 1987 sur le terrain de mise bas a été exclu pour des raisons évidentes dans le calcul du taux de gestation.

Dans le but de déterminer le taux de natalité du troupeau, on a réalisé de nombreux décomptes de population au sol et en hélicoptère à basse vitesse entre le 4 et le 24 juin 1987. Une fois les naissances complétées, soit vers les 18-19 juin, un tirage au hasard à l'aide d'une calculatrice Hewlett-Packard HP-15C a permis de sélectionner 16 positions (latitude, longitude) provenant du repérage radio-télémétrique de 63 femelles caribous munies d'un collier radio-émetteur. Ce repérage avait été effectué entre le 11 et le 18 juin 1987 à l'aide d'un avion bimoteur de type DC-3 spécialement équipé. Des 16 positions choisies au hasard, une fut rejetée

puisque l'on croyait que l'animal concerné pouvait appartenir au petit troupeau de la rivière Koroc et non au troupeau de la rivière George. Toutes les autres positions, sauf une à cause de problèmes météorologiques, ont servi à déterminer le centre d'une place-échantillon visant à évaluer le taux de natalité. Une fois parvenu à chacun de ces points, un décompte de tous les caribous observés durant une période de 20 minutes a été réalisé en hélicoptère à basse vitesse. Indépendamment des décomptes décrits précédemment, du 13 au 18 juin 1987, un inventaire visuel à basse altitude (125 à 200 m) en DC-3 a permis de délimiter le terrain de mise bas (Vandal et Couturier, 1988). Des lignes de vol équidistantes de 13 km ont servi à identifier les zones à fortes et à faibles densités.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS/PC+™ (Norusis, 1986) et du logiciel StatView™ (Feldman et Gagnon, 1985). Toutes les probabilités indiquées se rapportent à un test unilatéral. Les intervalles de confiance (±) sont calculés à un seuil de $p=0.05$.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Taille du troupeau

Après avoir connu une époque d'abondance à la fin du siècle dernier (Low, 1896), les populations de caribous du Nord du Québec ont rapidement décliné provoquant des famines chez les autochtones. Les informations fragmentaires dont on dispose laissent croire que le caribou est demeuré très rare jusqu'au début des années 1960 (Elton, 1942; Harper, 1961; Moisan, 1964; Audet, 1979).

Banfield et Tener (1958) ont été les premiers à dénombrer de façon objective les caribous du Nord du Québec. Leur résultat de 4700 caribous en 1954-1956 était probablement sous-estimé. Par la suite, Bergerud (1967) a estimé à 15 000 le nombre de caribous appartenant au troupeau de la rivière George en 1958. Ensuite quelques inventaires réalisés par les biologistes du Québec et du Labrador confirmaient la croissance soutenue du troupeau. Ces recensements étaient évidemment de nature pionnière et pouvaient contenir certains biais. Plus récemment, la méthode utilisée se modifia et en 1976, on estima à 176 600 caribous la taille du troupeau (Juniper, 1982). En juin 1980, la population avant la mise bas a été évaluée à 294 510 ± 26% (p=0.05) caribous (Juniper, 1980a). En juin 1982, la taille du troupeau a été estimée à 271 060 ± 26% (p=0.05) caribous (Goudreault, 1982). En 1984, la technique d'inventaire s'améliora encore puisque la photographie aérienne verticale facilita le décompte des femelles présentes sur les aires de mise bas. Goudreault *et al.* (1985) estimèrent alors à 472 200 ± 11.3% (p=0.05) caribous la taille avant la mise bas du troupeau de la rivière George, en 1984. La population à l'automne 1984 était évaluée à 586 600 caribous en tenant compte des faons présents. Finalement, toujours à l'aide de la photographie aérienne verticale, Crête *et al.* (1987) estimèrent le troupeau à 254 750 ± 29.7% (p=0.05) caribous en juin 1986 avant la mise bas et à 304 060 ± 30.3% (p=0.05) en octobre 1986. Cependant des problèmes techniques (mauvaise exposition des photographies) et logistiques (printemps tardif et conditions météorologiques difficiles) ont nui à la réalisation de l'inventaire et les auteurs concluaient que leur résultat était sous-estimé et peu crédible. Ils appuyaient leur conclusion sur le fait que, selon eux, aucune observation provenant du troupeau ne laissait croire à une décroissance depuis 1984, encore moins à une diminution de 230 000 caribous en deux ans.

Entre 1960 et 1984, les différents inventaires ont permis de constater un taux d'accroissement annuel variant entre 8% et 14% (Messier et Huot, 1985; Québec, 1984). Bien que ce soit encore inférieur au potentiel reproducteur du caribou (environ 30% selon Bergerud,1980 et Bergerud *et al.* , 1983), il n'en demeure pas moins que ce taux de croissance est très élevé si l'on en juge d'après les observations réalisées chez d'autres grands troupeaux de caribous cohabitant avec le loup (Bergerud, 1980). Cette croissance rapide a permis au troupeau de la rivière George de devenir le plus grand troupeau de caribous au monde (Williams et Heard, 1986).

Taux de gestation et de natalité

Le taux de gestation semble avoir légèrement diminué depuis quelques années (Tableau 1). Cependant plusieurs, dont Messier et Huot (1985), avaient émis certains doutes quant aux résultats très élevés de Parker (1981) obtenus en avril 1980. En effet, les caribous avaient été récoltés à proximité et sur le terrain de mise bas. On peut raisonnablement supposer que le lieu de la récolte avait biaisé à la hausse le taux de gestation. Cependant, il convient de souligner que le petit échantillon de Bergerud (1980) suggère également un taux de gestation très élevé. Malheureusement, on ne connaît pas l'année de récolte de ces données. Ainsi, on ne peut déclarer avec certitude que le taux de gestation a réellement diminué. De toute façon, il est peu probable que cette baisse du taux de gestation puisse à elle seule expliquer la diminution récente du recrutement dans le troupeau de la rivière George. Bergerud (1980) a montré que le taux de gestation dans les troupeaux continentaux ne varie que très peu d'une année à l'autre en dépit des différences annuelles dans la nutrition. Par contre, Gates (1985) prétendait qu'il fallait être prudent avec cette affirmation largement répandue que les taux de gestation étaient relativement constants chez le caribou. L'exemple récent du troupeau du Kaminuriak et celui probable du troupeau de la rivière George pourraient confirmer cette mise en garde. Doerr (1980) a également affirmé que le taux de gestation du caribou plutôt que d'être constant pouvait varier considérablement, principalement en raison du pourcentage de femelles subadultes qui participent ou non à la reproduction.

Tableau 1. Taux de gestation (%) du troupeau de caribous de la rivière George et comparaison avec d'autres troupeaux

Source[1] / Année	Age au moment du rut (an)					
	1.5		2.5		≥3.5	
Troupeau de la rivière George						
Année? (Bergerud, 1980)	100	(1)[2]	100	(6)	100	(15)
1980 (Parker, 1981)	43	(21)	90	(20)	95	(83)
1986-1987 (Nos données)	0	(5)	67	(30)	76	(83)
Troupeau du Kaminuriak						
1966-1968 (Dauphiné, 1976)	2	(57)	48	(69)	90	(280)
1981-1983 (Gates, 1985)	89	(9)	100	(13)	100	(127)
Troupeau du Beverly	33	(3)	50	(16)	78	(69)
Troupeau du Nelchina	13	(31)	61	(46)	89	(335)
Troupeau de l'Ouest de l'Arctique	-		-		78	(130)

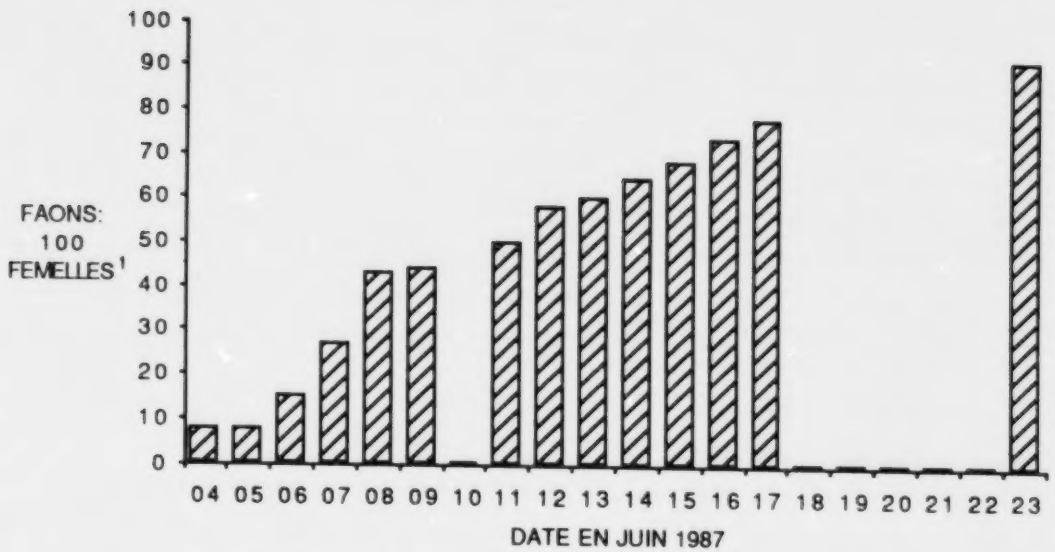
[1] Source: telle que précisée ou Bergerud (1980)

[2] Taille de l'échantillon entre parenthèses

A l'aide des fréquences corrigées de la table de survie des femelles présentée par Messier *et al*. (soumis), nous avons pondéré le taux de gestation du tableau 1 en fonction de l'abondance relative de chaque classe d'âge dans la population. Le résultat obtenu de 67.2%, pour les données regroupées de 1986 et 1987, suppose que la structure d'âge du troupeau, c'est-à-dire la proportion de 1.5 an, 2.5 ans et ≥3.5 ans, n'a pas varié entre septembre 1984 et 1986-1987. Pour l'année 1987 seulement, les résultats d'autopsie ont permis d'évaluer un taux de gestation pondéré de 70.3%.

Depuis 1972, les biologistes du Québec et du Labrador ont évalué de façon ponctuelle et parallèlement à d'autres projets d'étude, le succès de la reproduction en juin. Les années où les observations ont été suffisamment nombreuses et distribuées dans le temps, le nombre maximum de faons naissants par 100 femelles (≥2 ans) a varié entre 73 et 92. L'analyse de ces résultats préliminaires et l'étude de Gagnon et Barrette (1986) ont permis de constater une grande variabilité spatiale et temporelle dans l'évaluation du ratio "faons par 100 femelles" au moment des naissances. La figure 2 décrit la chronologie des naissances observée en juin 1987. Il apparaît que les naissances ont été particulièrement étalées dans le temps et que la majorité d'entre elles n'ont été complétées que vers les 17-19 juin 1987. Tout décompte, effectué avant cette date et visant à quantifier le succès de la reproduction, n'aurait fourni qu'un estimé incomplet et biaisé. Les décomptes visant à déterminer la composition de la population doivent aussi tenir compte des écarts importants rencontrés selon que l'observateur se situe au centre du terrain de mise bas, en bordure du terrain ou complètement à l'extérieur de celui-ci. Le tableau 2 présente ces grandes variations observées lors des décomptes (n=3123 caribous) effectués entre le 22 et le 24 juin 1987. Le ratio "faons par 100 femelles (≥2 ans)" passe alors de 93.9 à 44.1 selon que l'on se trouve dans les fortes ou les faibles densités du terrain de mise bas (voir Vandal et Couturier, 1988). Davis *et al.* (1980) avaient observé le même phénomène.

Il s'est avéré que la durée d'observation retenue (20 minutes) était beaucoup trop brève pour obtenir un échantillon suffisant pour déterminer adéquatement le taux de natalité à l'extérieur du terrain de mise bas. Le nombre de femelles adultes à l'extérieur est trop faible et celles-ci sont trop dispersées pour que l'on puisse obtenir rapidement un échantillon représentatif. Il aurait donc fallu consentir beaucoup plus d'énergie pour obtenir un plus grand échantillon de femelles à ces endroits. Malgré ce problème, nous croyons que notre échantillonnage fournit une image réaliste du taux de natalité pour le troupeau de la rivière George avec un résultat de 66.1 ± 5.0 "faons par



[1] Du 4 au 12 juin 1987, S. Luttich, comm. pers.

Fig. 2. Chronologie des naissances en juin 1987 sur le terrain de mise bas du troupeau de la rivière George

Tableau 2. Structure de population réalisée du 22 au 24 juin 1987 et évaluation du taux de natalité

Lieu[1]	Femelles (F) (≥2 ans)	1 an[3]		faons (f)	Mâles (M) (≥2 ans)	Ratio 1 an:100F[4] (≥2 ans)	Ratio f:100F (≥1an)	Ratio f:100F (≥2 ans)
		Mâles	Femelles					
A (n=8)[2]	962	27	114	903	0	15	83.9 ±11.4	93.9 ± 1.2
B (n=4)	390	79	152	172	18	59	31.7 ±10.7	44.1 ±12.5
C (n=2)	4	61	10	4	227	1775	28.5 ±22.6	100.0
TOTAL (n=14)	1356	167	276	1079	245	1033	66.1 ± 5.0	79.6 ± 4.0

[1] A: Terrain de mise bas, fortes densités;
B: Terrain de mise bas, faibles densités;
C: Hors du terrain de mise bas

[2] Nombre de places-échantillons

[3] Basé d'après un sous-échantillonnage ayant servi à établir le ratio des sexes des 1 an

[4] Sert uniquement à illustrer l'incohérence de ce ratio lorsqu'il est évalué en juin

100 femelles (≥1 an)". Davis *et al.* (1980) obtenaient des valeurs similaires pour le troupeau de l'Ouest de l'Arctique alors que le ratio moyen de juin entre 1960 et 1979 se situait à 74.4 (é. t.=5.9). Ils ajoutaient que le taux de natalité était demeuré relativement constant durant toutes ces années. Nous avons supposé également, lors des calculs, que le taux de natalité est demeuré constant pour évaluer la survie estivale des faons. Parker (1972) estimait à 69 "faons par 100 femelles (≥ 1 an)" le taux de natalité du troupeau du Kaminuriak en juin 1967 et 1968. Skoog (1968), pour le troupeau du Nelchina, a évalué ce ratio à 60 pour la période de 1955 à 1962.

Si l'on ne considère que les femelles de 2 ans et plus pour les fins de la comparaison, notre ratio de 79.6 ± 4.0 est légèrement supérieur au taux de gestation calculé en avril 1987, qui est de 70.3%. On peut raisonnablement penser que notre taux de natalité est légèrement surestimé puisqu'il ne tient pas suffisamment compte, à cause des problèmes mentionnés précédemment, des femelles à l'extérieur du terrain de mise bas. On suppose généralement que ces femelles représentent moins de 20% environ de l'ensemble des femelles et qu'elles ne participent pas ou peu à la reproduction. Ceci reste cependant encore à vérifier. Il est justifié de comparer le taux de gestation déterminé à la fin de l'hiver et le taux de natalité mesuré à la fin de juin puisqu'il semble que chez le caribou les avortements dans le dernier tiers de la gestation demeurent très rares (Bergerud, 1980).

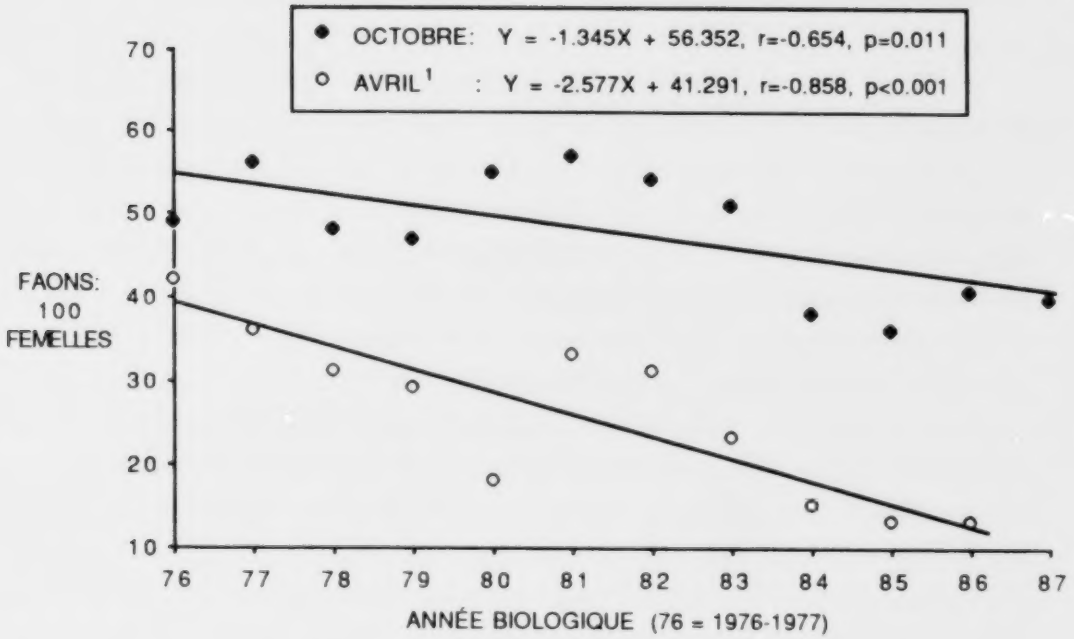
Recrutement brut

Le nombre de faons dans la population représente le recrutement brut, c'est-à-dire le nombre de jeunes individus qui viendront grossir les rangs du troupeau sans tenir compte des pertes, mortalité et émigration, qui frappent les adultes. Les gestionnaires des troupeaux de caribous en Amérique du Nord exécutent généralement deux décomptes à chaque année, l'un à l'automne et l'autre au printemps, afin d'évaluer l'importance du recrutement brut. Tous les autres éléments demeurant constants, les fluctuations annuelles du recrutement brut renseignent sur l'évolution de la dynamique des troupeaux.

Banfield et Tener (1958) ont été les premiers à décrire l'état du recrutement du troupeau de la rivière George. Leurs petits échantillons ont montré un ratio printanier de "faons par 100 femelles" de 34 et 47 en 1954 et 1956, respectivement. Par la suite, Bergerud (1967) a présenté certains résultats décrivant le recrutement du troupeau en mars pour la période de 1957 à 1963. Malheureusement, il nous manque certaines informations comme le pourcentage de mâles dans l'échantillon ou les facteurs de correction apportés pour interpréter convenablement les résultats.

Entre 1973 et 1981, le ratio "faons par 100 femelles" à l'automne atteignait en moyenne 51.7 et oscillait entre 46 et 57 (voir les données compilées par Messier et Huot, 1985). Ce ratio a récemment diminué et il était à 38, 36 et 40 en 1984, 1985 et 1986 respectivement (Fig. 3). A l'automne 1987, le ratio se maintenait au même niveau, soit 39.7 ± 0.9 (n=10) (Vandal *et al.*, en prép.).

Les valeurs observées entre 1973 et 1981 étaient très élevées comparativement aux autres troupeaux nord-américains et faisaient dire à Parker (1980) que le recrutement du troupeau de la rivière George était très bon. Bergerud (1980) présente des valeurs pour les troupeaux du Nelchina, du Forty-Mile et du Porcupine qui variaient entre 33 et 39. Le troupeau du Kaminuriak, après avoir enregistré un ratio automnal de 26 en 1967 et 1968 (Parker, 1972), subissait une remontée spectaculaire de ses effectifs et de son recrutement qui atteignait 70 environ à l'automne 1979 et 1981 (Heard et Calef, 1986). Le troupeau de l'Ouest de l'Arctique voyait son ratio automnal varier de 41.7 à 48.0 entre 1970 et 1978 durant un déclin de la taille du troupeau causé principalement par une surexploitation par la chasse et par l'effet de la prédation (Davis *et al.*, 1980). Avec un ratio qui voisine actuellement les 40, le troupeau de la rivière George possède donc un recrutement automnal dans la moyenne des autres troupeaux. Selon nous, avec une mortalité hivernale normale, la croissance du troupeau serait encore possible. En plus de la diminution évidente observée depuis 1984, une régression du ratio automnal en fonction des années entre 1976 et 1986 a permis de déceler une tendance à la baisse ($r=-0.654$, $p=0.011$, $n=12$, Fig. 3).



X= Nombre d'années biologiques à partir de 1975: 1976=1, 1977=2, etc.

[1] Les valeurs d'avril pour 1985 et 1986 ont été obtenues par une régression (voir le texte)

Fig. 3. Ratio "faons par 100 femelles (≥1 an)" à l'automne et au printemps dans le troupeau de la rivière George depuis 1976

On ignorait encore récemment jusqu'à quel point cette baisse du ratio d'automne influençait le recrutement annuel du troupeau étant donné qu'une forte mortalité estivale des faons pouvait très bien être compensée par une mortalité hivernale réduite depuis quelques années. Malheureusement, aucun décompte printanier ne fut réalisé en 1985 et en 1986 pour éclaircir ce point, ce qui nous a incités à effectuer une structure de population en avril 1987 dans la région de Kuujjuaq (nord du lac Berthet et rivière à la Baleine). Quatre places-échantillons réalisées au sol ont permis de dénombrer 1988 caribous les 8 et 9 avril 1987. De ce nombre, 10.7% étaient des faons (10 mois), 82.1% des femelles adultes et 7.2% des mâles adultes.

La classification d'avril 1987, en plus d'indiquer que le pourcentage corrigé de faons dans le troupeau était très faible (8.2 ± 1.0), a permis de mieux comprendre toute la problématique qui entoure l'évaluation du recrutement à la fin de l'hiver ou au début du printemps. Cette problématique est fondée avant tout sur le caractère migrateur du caribou de la rivière George et sur la nature du lien mère-faon à cette période critique de l'année. Depuis 1974, des structures de population ont été réalisées par les biologistes du Québec et du Labrador (données compilées par Messier et Huot, 1985). Malheureusement des méthodologies diverses, mais surtout des périodes d'échantillonnage fort différentes (8 avril au 15 juin), rendent difficile ou impossible l'analyse de certains résultats. Les structures faites en juin l'ont été à proximité ou sur le terrain de mise bas et parallèlement à d'autres projets. De plus, la date tardive à laquelle certains dénombrements ont eu lieu constitue le plus grave problème qui rend invalides, selon nous, toutes comparaisons inter-annuelles. En effet, entre le mois d'avril et le mois de juin le lien mère-faon se dissout dans la majorité des cas et les faons (10-12 mois) ont tendance à se regrouper entre eux. Le même phénomène a été observé à une moindre échelle chez l'orignal (*Alces alces*) près des salines (Couturier et Barrette, sous presse). En avril, pour assurer leur survie, tous les faons demeurent avec leur mère et profitent de l'expérience et de l'énergie maternelle en utilisant les mêmes cratères d'alimentation (Vandal et Barrette, 1985; Vandal et Barrette, sous presse). A partir du milieu du mois de mai, les conditions hivernales sont terminées et les faons n'ont plus besoin d'accompagner leur mère pour survivre. Ils ont alors tendance à demeurer derrière les grandes hardes de femelles qui se dirigent vers le terrain de mise bas. De plus, les faons mâles laisseraient leur mère plus tôt que les faons femelles (Bergerud, 1980). Nos observations de juin 1987 le confirment puisque le ratio des sexes des "1 an" (M: 100F) passe de 24 à 52 et à 610 respectivement, selon que l'on se trouve dans les fortes densités du terrain de mise bas, dans les faibles densités ou à l'extérieur de celui-ci (calculé d'après les données du tableau 2).

Cet aspect comportemental du caribou influence profondément les classifications réalisées après le début du mois de mai. Sur le terrain de mise bas et en bordure de celui-ci, on retrouve des groupes importants composés majoritairement de faons (11-12 mois) et de quelques mâles adultes qui demeurent parfois à l'écart des groupes de femelles adultes (données non publiées, juin 1987). Le ratio "1 an par 100 femelles (≥2 ans)" passait, en juin 1987, de 15 à 59 selon que l'on se situe dans les fortes ou les faibles densités du terrain de mise bas (Tableau 2). Cette distribution hétérogène des faons (11-12 mois) explique donc les grandes variations observées lors de certains décomptes. Par exemple, entre le 26 avril et le 5 mai 1979, une structure de population réalisée par M. Stuart Luttich du Labrador montra un ratio "faons par 100 femelles (≥2 ans)" de 31 (*in* Calef, 1982). Le 7 juin 1979, le même ratio grimpa à 53 (Jean, 1980). En 1974, ce ratio était à 30 le 31 mai (Folinsbee *et al.*, 1975 *in* Messier et Huot, 1985) tandis qu'il passait à 48 entre le 1er et le 3 juin (Juniper, 1974).

Ce problème avait déjà été soulevé par d'autres chercheurs et, pour y remédier, nous sommes de l'avis de Bergerud (1980) qui recommandait que les structures printanières de population soient réalisées en mars ou en avril; à cette période, nous croyons que le lien mère-faon est encore intact. Cependant, nous ne sommes pas d'accord avec cet auteur qui prétendait que l'on ne devait pas écarter, sans autre examen, les décomptes faits en juin. A notre avis, le risque est trop grand à cette période d'oublier une certaine proportion de faons laissés derrière par leur mère ou encore d'échantillonner dans un groupe où le pourcentage de faons (11-12 mois) aurait été exagéré par l'afflux d'un bon nombre de "nouveaux orphelins" fraîchement séparés de leur mère. L'estimé du ratio "faons par 100 femelles" peut donc être biaisé à la hausse ou à la baisse. Par exemple en juin 1987, une structure réalisée à l'ouest du terrain de mise bas aurait surestimé considérablement l'abondance des caribous âgés de 12 mois (voir la carte présentée par Vandal et Couturier, 1988). De plus, la classification réalisée par Ferguson *et al.* (1985) du 11 au 14 mai 1982 présentait un ratio impossible de 189 (Tableau 3). Ce même ratio atteignait à peine 8 du13 au15 juin 1980 (Tableau 3; Juniper, 1980a).

Tableau 3. Structures de population au printemps du troupeau de caribous de la rivière George de 1977 à 1987

Date, Source	Nombre de caribous			N	Ratio f/100F	% faons (échant.)	Retenu pour notre analyse
	Mâles	Femelles	faons				
1977, 18-26 avril[1]	?	4216	1772	5988	42		oui
1978, 29 avril-5 mai[1]	?	3664	1320	4984	36		oui
1978, 27 mai -11 juin[2]	?	?	?	11 376	20		non
1979, 26 avril-5 mai[1]	?	789	243	1032	31		oui
1979, 7 juin[2]	?	?	?	684	53		non
1980, 18-20 avril[1]	?	14 696	4303	18 999	29		oui
1980, 13-15 juin[6]	?	?	?	6200	8		non
1981, 17-18 avril[1]	?	4355	773	5128	18		oui
1982, 15-27 avril[3]	1247	4493	1481	7221	33	20.5	oui
1982, 11-14 mai[3]	2027	444	838	3309	189		non
1983, 14-18 avril[3]	391	4691	1466	6548	31	22.4	oui
1983, 23-25 avril[3]	1504	2525	1727	5756	76		non
1984, 26-29 avril[3]	217	4718	1089	6024	23	18.1	oui
1985[4]							
1986, 13-16 juin [2, 4]	?	?	?	1505	73		non
1987, 8-9 avril[5]	143	1632	213	1988	13	10.7	oui

[1] S. Luttich (comm. pers.) cité dans Calef (1982)

[2] Messier *et al.* (soumis)

[3] Ferguson, Luttich et Goudreault (1985)

[4] Aucun décompte n'a été réalisé en avril, voir le texte

[5] Nos données

[6] Juniper (1980a)

La classification faite du 11 au 14 mai 1982 ainsi que celle réalisée du 23 au 25 avril 1983 n'ont pas été retenues dans notre analyse (Tableau 3). Ces classifications semblent avoir été effectuées trop tardivement (migrations probablement plus hâtives) et trop à l'ouest, soit derrière le front de migration des femelles qui se dirigeaient vers le terrain de mise bas (voir Ferguson *et al.*, 1985). Selon nous, les secteurs inventoriés renfermaient une proportion indéterminée de faons fraîchement séparés de leur mère, comme d'ailleurs le prouvent les ratios très élevés de 189 et 76.

Il n'est pas suffisant de vérifier la représentativité (ratio des sexes chez les adultes) de l'échantillon de juin comme suggéré par Bergerud *et al.* (1983) puisque ceci ne renseigne que très peu sur la tendance des faons (11-12 mois) à suivre ou non leur mère. Pour toutes ces raisons, nous n'avons conservé dans notre analyse que les structures de population effectuées le plus tôt possible au printemps et pas après le 5 mai (voir le tableau 3). Ainsi, les structures printanières réalisées de 1974 à 1976 ont été omises car trop tardives (31 mai et après). Le ratio "faons par 100 femelles" variait entre 28 et 48 au cours de cette période (données compilées par Messier et Huot, 1985).

Les classifications printanières font partie depuis longtemps du suivi scientifique de la majorité des grands troupeaux nord-américains de caribous. Lors du 3^{e} Atelier nord-américain sur le caribou en novembre 1987, des biologistes du gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, MM. D. Heard et B. McLean discutaient de la méthodologie de ces classifications et précisaient que les structures devaient s'effectuer tôt au printemps et jamais après le mois d'avril, soit avant les grands rassemblements migratoires. Nous ne partageons donc pas l'opinion émise par Messier et Huot (1985, p. 64) quant à la pertinence des classifications printanières: "... la structure de population au printemps, telle que quantifiée présentement, n'offre pas une approche fiable pour estimer la mortalité des faons au cours de leur premier hiver." De même, il est certain que le tableau 3 de Messier *et al.* (soumis) ne doit pas être analysé dans son ensemble pour évaluer l'abondance des faons dans le troupeau à cause des problèmes énoncés précédemment (dates et lieux de l'échantillonnage).

Le tableau 3 présente les données qui furent utilisées pour l'analyse. Il faut noter qu'aucun décompte printanier n'a été retenu en 1985 et en 1986. Pour ces années, les données présentées à la figure 3 ont été obtenues en appliquant au ratio de l'automne précédent, les taux de mortalité hivernale des faons obtenus par une régression entre 1977 et 1987.

Le ratio "faons par 100 femelles (≥1 an)" en avril a décliné progressivement depuis 1977 ($r=-0.858$, $p<0.001$, $n=11$, Fig. 3). Des valeurs particulièrement basses ont été notées en 1981 et en 1987. Les causes probables de ce déclin et leurs effets sur la dynamique du troupeau seront discutés plus loin. Pour la période de 1977 à 1981, Calef (1982) avait déjà décrit la baisse du recrutement brut, mais paradoxalement son analyse est demeurée relativement peu connue.

Nous croyons que le pourcentage de faons dans la population en avril représente une bonne estimation du recrutement brut du troupeau. Ce taux de recrutement brut est en fait un maximum puisque d'autres mortalités surviennent probablement chez les faons au cours des mois de mai et juin. De plus, on ne peut de façon stricte considérer que le pourcentage des faons qui survivent jusqu'à 12 mois représente le recrutement véritable de la population. Il faudrait attendre que les taux de mortalité des faons égalent approximativement ceux des adultes, soit au plus tôt vers l'âge de 18 mois (Bergerud, 1980). Mais en pratique, il est difficile d'obtenir l'évaluation du nombre de jeunes de 15 à 18 mois dans la population à l'automne à cause de l'erreur importante liée à leur identification (Parker, 1972; Martell et Russell, 1983). Nous croyons donc que les structures de population faites en avril constituent une approche valable, quoique légèrement plus optimiste et biaisée à la hausse, pour estimer le recrutement brut du troupeau de la rivière George.

Mortalité des adultes

Depuis 1964, la chasse sportive au caribou est autorisée dans le Nord du Québec. Les statistiques annuelles ont permis d'enregistrer une croissance de la récolte. Constatant la croissance et la sous-exploitation du troupeau, le quota était porté à deux caribous par chasseur en 1983 sans égard au sexe ou à l'âge de l'animal. Entre 1984 et 1986, on a assisté à une augmentation de la récolte de 40% annuellement, tandis qu'elle se stabilisait en 1987. La majorité de la récolte sportive se fait sur le troupeau de la rivière George (>95%), soit environ 8200 bêtes en 1986. Les Inuit auraient récolté près de 4100 caribous en 1986, tandis que les Cris, les Naskapis et les Montagnais auraient prélevé chacun un millier de bêtes environ en provenance du troupeau de la rivière George (Québec, 1984, 1987; données non publiées de l'Association des Trappeurs Cris). Les résidents du Labrador abattaient environ 5900 caribous en 1986, dont près d'un millier lors de la chasse commerciale mise en place depuis quelques années vers la fin de l'hiver (S. Luttich, comm. pers.; Rowell, sous presse). Ce sont donc près de 21 100 caribous qui furent

abattus en 1986. Pour la première fois de l'histoire récente du troupeau, nous croyons utile de corriger le résultat de la chasse pour tenir compte des animaux blessés et perdus. Nous avons choisi un facteur arbitraire de 20% pour tenir compte de ces pertes (comme Miller, 1983; Davis *et al.*, 1980). Une fois corrigée de la sorte, la récolte totale de caribous provenant du troupeau de la rivière George atteignait environ 25 400 caribous en 1986. Cette récolte se situait à 7500, 12 500 et 15 500 caribous en 1977, 1981 et 1983, respectivement. Les taux d'exploitation par la chasse entre 1977 et 1986 ont varié de 2.7% à 4.3% pour les caribous adultes. Environ 4% de la récolte sportive se faisait sur les faons entre 1975 et 1985.

Si nous pouvons assez facilement décrire de façon adéquate le niveau d'exploitation par l'homme, il en va tout autrement pour l'évaluation de la mortalité naturelle qui est le paramètre le plus difficile à évaluer dans la dynamique d'un troupeau (Thomas, 1969; Bergerud, 1980). La conception d'une table de survie constitue l'un des moyens pour tenter de déterminer les taux de survie des adultes. Mais Bergerud (1980) rappelle que ces tables ne sont guère utiles pour le caribou étant donné que les importantes variations annuelles de la survie des faons déstabilisent la distribution d'âge de la population. De plus, dans le cas du caribou, on respecte rarement l'une des suppositions de base quant à la constance du taux d'accroissement annuel durant la période correspondante à la table de survie (*i. e.* 10 à 15 ans).

Ces problèmes ont amené certains chercheurs à déterminer plus ou moins arbitrairement des taux de mortalité qui semblaient s'appliquer au contexte dans lequel ils travaillaient. Skoog (1968) fixait à 5-6% par an le taux de mortalité naturelle des adultes pour le troupeau du Nelchina tandis que Kelsall (1968) et Thomas (1969) l'évaluaient à 5%. Parker (1972) croyait qu'à toutes fins pratiques, la seule cause de mortalité naturelle était la prédation et évaluait à 4.8% le taux de mortalité pour les adultes du troupeau du Kaminuriak en 1969. La conclusion de son rapport mentionnait que le troupeau était stable, pourtant il déclina encore par la suite. Heard et Calef (1986) ont suggéré que la prévision erronnée de Parker (1972) avait été causée par sa sous-estimation du taux de mortalité des adultes. Ils ajoutaient qu'il était peu probable que la prédation soit la seule cause de la mortalité. Heard et Calef (1986) proposaient plutôt un taux de 7.2% pour décrire la mortalité des adultes entre 1968 et 1980. Bergerud (1971) a estimé à 6% le taux annuel de mortalité naturelle pour le troupeau de la péninsule d'Avalon où la prédation était pratiquement nulle. Un taux similaire a été évalué pour le troupeau des Mealy Mountains au Labrador (Bergerud, 1967). Pour huit troupeaux cohabitant avec le loup, Bergerud (1980) a estimé

la mortalité naturelle entre 7 et 13% avec une moyenne qui voisinait les 10%. Bergerud et Elliot (1986) ont estimé à 8% et à 12%, respectivement, la mortalité des adultes selon que la population de loups était contrôlée ou non dans le troupeau Horseranch. Une autre population avait vu baisser son taux de mortalité des adultes de 21% à 9% lorsque la densité de loups diminua (Bergerud et Elliot, 1986). Québec (1984), dans une simulation de la dynamique de population du troupeau de la rivière George, fixait à 15% pour les mâles adultes (≥2 ans) et à 10% pour les femelles adultes (≥ ans) la mortalité totale (naturelle + chasse). Messier *et al.* (1987) fixaient à 5% la mortalité estivale totale des adultes du petit troupeau du parc de la Gaspésie. Dans ce troupeau qui ne subit aucune chasse légale, il semble que le coyote (*Canis latrans*) en l'absence de loups exerce une prédation relativement importante.

Afin d'estimer la mortalité naturelle des adultes nous avons utilisé, comme Heard et Calef (1986) l'ont fait, l'équation de régression ($Y = 13.8 - 0.386X$, $r = -0.873$, $n = 8$) de Bergerud (1980) qui permet d'évaluer le taux de mortalité des adultes (Y) d'après le pourcentage de faons dans le troupeau au début du printemps (X). Cette relation est basée principalement, selon son auteur, sur les effets négatifs de la prédation sur les deux groupes. Cependant, ceci n'exclut pas selon nous que des facteurs autres que la prédation (alimentation, conditions nivales et météorologiques, etc.) puissent influencer à la fois le taux de survie des adultes et celui des faons. Entre 1976 et 1986, le taux de mortalité naturelle a varié selon cette estimation de 5.3 à 10.8%, ce qui situait le troupeau de la rivière George légèrement sous la moyenne des autres troupeaux nord-américains.

Nous avons calculé d'après la table de survie des femelles (n=209, 1980-1982) présentée par Québec (1984, p. 59) le taux de mortalité totale des femelles adultes (≥1an). Nous avons ensuite soustrait la mortalité par la chasse pour obtenir finalement un taux de mortalité naturelle d'environ 10% pour les femelles, ce qui équivaudrait à un taux pour les deux sexes d'environ 13-14%, de 1980 à 1982, compte tenu du rapport des sexes favorisant les femelles et du taux de mortalité plus élevé chez les mâles (Reimers, 1977; Québec, 1984; Messier et Huot, 1985). Notre estimation de la mortalité naturelle grâce à la régression de Bergerud (1980) pour ces trois années atteint à peine 8.5% pour les deux sexes. Messier *et al* . (soumis) ont construit une autre table de survie grâce à un échantillon de 875 caribous femelles récoltées en septembre 1984 lors de la noyade massive de 10 000 caribous. Leur estimé du taux de mortalité totale est de 11%. Par la suite, ils soustraient la mortalité par la chasse pour obtenir un taux de mortalité naturelle pour les femelles de 8% en 1984. Ceci porterait la mortalité naturelle pour les deux sexes à 10-11%. Nous avons évalué à

9.1% le taux de mortalité naturelle pour les deux sexes en 1984. Quoique nous reconnaissons la faiblesse de notre méthode d'évaluation de la mortalité naturelle, il apparaît à la suite des deux comparaisons précédentes pour 1980-1982 et 1984 que nos résultats demeurent inférieurs à ceux obtenus avec des tables de survie. Bergerud (1980) avait constaté que l'utilisation des tables de survie surestimaient la mortalité du caribou à cause des variations importantes dans la survie des faons.

En utilisant les caribous du troupeau de la rivière George porteurs d'un collier-radio, Crête *et al.* (1987) ont estimé la mortalité totale pour les femelles à 5.1% entre juin et octobre 1986. Supposant que la mortalité naturelle des adultes en hiver est deux fois plus élevée qu'en été (Messier et Huot, 1985), nous évaluons à 10-11% environ la mortalité naturelle pour les deux sexes. Notre estimé de 10.8% en 1986-1987 est donc très comparable au taux de mortalité naturelle évalué par les données radio-télémétriques.

En conclusion, les tendances démographiques à la baisse que nous présenterons plus loin pourraient être encore plus accentuées en utilisant les taux de mortalité naturelle présentés par Québec (1984) et Messier *et al* . (soumis) pour 1980-1982 et 1984 respectivement. Par ailleurs, notre évaluation de la mortalité naturelle pour 1986-1987 apparaît confirmée par le travail de Crête *et al.* (1987).

Recrutement net

Le taux de mortalité des adultes représente les pertes qu'il faut soustraire au recrutement brut évalué en avril pour estimer le recrutement net du troupeau. Le tableau 4 présente le résultat de cette analyse qui devrait nous renseigner sur l'évolution des effectifs. Le recrutement net est passé de +13.7% en 1976-1977 à -6.9% en 1986-1987 dans une décroissance qui semble à peu près linéaire, à l'exception de l'année biologique 1980-1981 où la diminution a été davantage accentuée (-3.1%). Calef (1982) avait également décrit la diminution du recrutement net entre 1977 et 1981. De plus, il avait prétendu, comme nous, que le troupeau avait décru en 1980-1981 et avait évalué cette décroissance à -3.9%. On avait noté une diminution des effectifs de 8.0% entre les inventaires aériens de 1980 et 1982 (Juniper, 1980a; Goudreault,1982) mais on croyait, à cette époque, que la différence n'était qu'artificielle et causée par les intervalles de confiance très

Tableau 4. Effectifs et recrutement net du troupeau de caribous de la rivière George de 1976-1977 à 1986-1987

Année biologique	Nombre de caribous		% de faons dans la population[5]	Mortalité des adultes (%)		Recrutement net (%)
	Juin	Octobre (avec faons)	(Avril)	Chasse	Naturelle[8]	
1976-1977	176 600[1]	263 100	22.0	3.0	5.3	13.7
1977-1978	-	-	16.1	2.8	7.6	5.7
1978-1979	-	-	15.7	3.0	7.7	5.0
1979-1980	-	-	14.7	3.1	8.1	3.5
1980-1981	294 510[2]	390 100	9.7	2.7	10.1	-3.1
1981-1982	-	-	16.8	3.1	7.3	6.4
1982-1983	271 060[3]	360 450	14.7	3.5	8.1	3.1
1983-1984	-	-	12.9	3.2	8.8	0.9
1984-1985	472 200[4]	586 600	8.8[6]	2.7	9.1	-3.0
1985-1986	-	-	7.6[6]	3.4[7]	9.2	-5.0
1986-1987	-	-	8.2 ±1.0	4.3[7]	10.8	-6.9

1 Juniper (1982)

2 Juniper (1980a)

3 Goudreault (1982)

4 Goudreault *et al.* (1985)

5 Corrigé pour l'absence des mâles dans l'échantillon, d'après le rapport des sexes des adultes à l'automne suivant (Ex.: 1978-1979, 31 / (100 + 31 + 67) = 15.7%)

6 Estimé d'après une équation de régression, voir le texte pour la méthode de calcul

7 Le taux d'exploitation est calculé sur la population estimée en octobre 1984

8 Calculé d'après l'équation de Bergerud (1980): Y = 13.8 - 0.386X

Y = mortalité naturelle des adultes

X = % de faons dans la population au printemps

larges des estimés (26% pour les deux, $p<0.05$). Québec (1984) ajoutait qu'il n'y avait aucun indice laissant croire à une perturbation démographique importante entre 1980 et 1982. Pourtant, nos données de recrutement net et celles de Calef (1982) illustrent une décroissance du troupeau pour l'année biologique 1980-1981.

Le taux d'accroissement exponentiel de la population, r (Caughley, 1977, p. 109), atteignait 0.128, -0.041 et 0.278 en moyenne pour les périodes 1976-1980, 1980-1982 et 1982-1984 respectivement, lorsque calculé d'après les inventaires aériens consécutifs en utilisant la formule $r = (\ln N_{t2} - \ln N_{t1}) / (t_2 - t_1)$ (Bergerud, 1980). D'après les r ainsi obtenus, on estime, à l'aide de l'équation e^r-1 (Caughley, 1977, p. 51), le taux d'accroissement annuel à 13.7%, -4.0% et 32.1% pour les périodes 1976-1980, 1980-1982 et 1982-1984, respectivement. Les taux de recrutement net du tableau 4 permettent de calculer des taux d'accroissement annuel de 7.0%, 1.6%, et 2.0% pour les mêmes périodes. L'écart le plus important entre les taux d'accroissement annuel calculé selon les deux méthodes (inventaire aérien et notre évaluation du recrutement net) survient pour la période 1982-1984. Cette observation nous a amenés à concevoir la simulation présentée à la figure 4. La courbe inférieure représente l'évolution de la population avec comme point de départ le résultat de l'inventaire de 1976 auquel on a ajouté ou soustrait, selon le cas, le taux de recrutement net à chacune des années. La même procédure a permis de tracer l'évolution de la population en se basant sur l'estimé de l'inventaire de 1984 (courbe supérieure de la figure 4). On constate que l'utilisation du résultat de l'inventaire de 1976 reflète beaucoup mieux l'évolution démographique du troupeau à l'exception du sommet très élevé enregistré en 1984. La courbe inférieure de la figure 4 se rapproche du niveau de l'inventaire de juin 1986 que l'on croyait être sous-estimé et discutable à cause de certains problèmes techniques. De plus, cette courbe demeure toujours à l'intérieur des intervalles de confiance de 1980, 1982 et 1986 mais n'arrive pas à rejoindre celles de l'inventaire de 1984. Ces conclusions demeurent identiques si on utilise, comme point de départ de la simulation, les résultats des inventaires de 1980, 1982 et 1986. Par contre, l'utilisation de l'estimé de 1984 fournit une courbe qui demeure toujours éloignée de plus de 146 000 caribous de la tendance présentée par les inventaires. De plus, la courbe supérieure se situe toujours à l'extérieur des intervalles de confiance des autres inventaires aériens. Ces observations viennent mettre en doute la fiabilité du résultat de l'inventaire de juin 1984 qui aurait surestimé la taille du troupeau pour des raisons que nous ignorons actuellement.

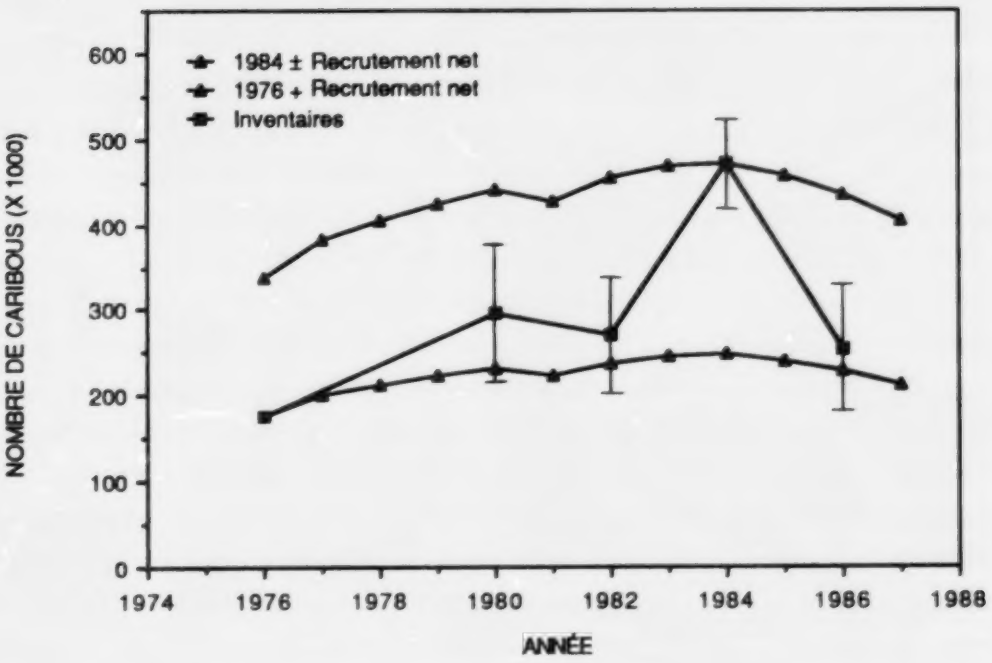


Fig. 4. Simulation de l'évolution démographique du troupeau de la rivière George à l'aide du taux de recrutement net et des inventaires aériens de 1976 et de 1984 (voir le texte)

Si l'on fait abstraction des intervalles de confiance des estimés, il s'avère que le bond de 201 000 caribous entre 1982 et 1984 n'aurait pu se réaliser même en supposant un scénario impossible où il n'y aurait eu aucune mortalité naturelle chez les adultes et où la survie annuelle des faons aurait été de 100%. Ce scénario fantaisiste aurait fait passer la population de 271 060 à 464 580 caribous entre 1982 et 1984. En plus de semer quelques doutes sur la valeur de 472 200 caribous obtenue en juin 1984, l'analyse de la figure 4 ajoute, au contraire, de la valeur à l'inventaire de juin 1986 dont on mettait en doute la crédibilité. Il faut cependant ajouter que la fiabilité ou la validité de cet inventaire avait été déterminé partiellement par comparaison en prenant pour acquis que l'estimé de 472 200 caribous était correct. Comme on ne soupçonnait pas de baisse drastique de la population, l'estimé de 1986 était remis en question considérant les problèmes vécus lors de l'inventaire.

En conclusion, nous croyons que notre analyse du recrutement net tend à démontrer que l'inventaire de 1984 a surestimé la taille du troupeau qui devait plutôt se situer, selon nous, autour de 320 000 caribous en juin 1984. Un nouvel inventaire devrait permettre de déterminer lequel des deux estimés, de 1984 ou de 1986, représentait plus fidèlement la taille du troupeau.

Facteurs de régulation

La présente analyse confirme que la baisse du recrutement brut observé par Calef (1982) s'est poursuivie jusqu'en 1986-1987. Les conséquences de cette baisse sur l'évolution du troupeau sont, selon nous, suffisamment certaines et directes pour que l'on tente de comprendre les mécanismes par lesquels le troupeau aurait arrêté de croître. On peut se demander si la baisse observée depuis 10 ans représente une pause momentanée dans une croissance qui reprendra bientôt ou si ce ne serait pas plutôt le début d'un processus qui ferait diminuer drastiquement la taille du troupeau comme cela a été observé ailleurs en Amérique du Nord. Ainsi, certains grands troupeaux continentaux (Ouest de l'Arctique, Beverly, Kaminuriak, Bluenose et Nelchina) se sont effondrés rapidement perdant entre 50 et 86% de leurs effectifs (Fig. 5). La durée du déclin a varié entre 3 et 15 ans (sources diverses: Klein, 1968; Parker, 1972; Bos, 1975; Dauphiné, 1976; Bergerud, 1978; Davis *et al.*, 1980, 1983; Miller, 1982, 1983; Carruthers et Jakimchuk, 1983). Le troupeau du Porcupine est l'un des rares exemples cité à l'occasion pour illustrer qu'un grand troupeau de caribous peut également demeurer élevé et stable pendant une

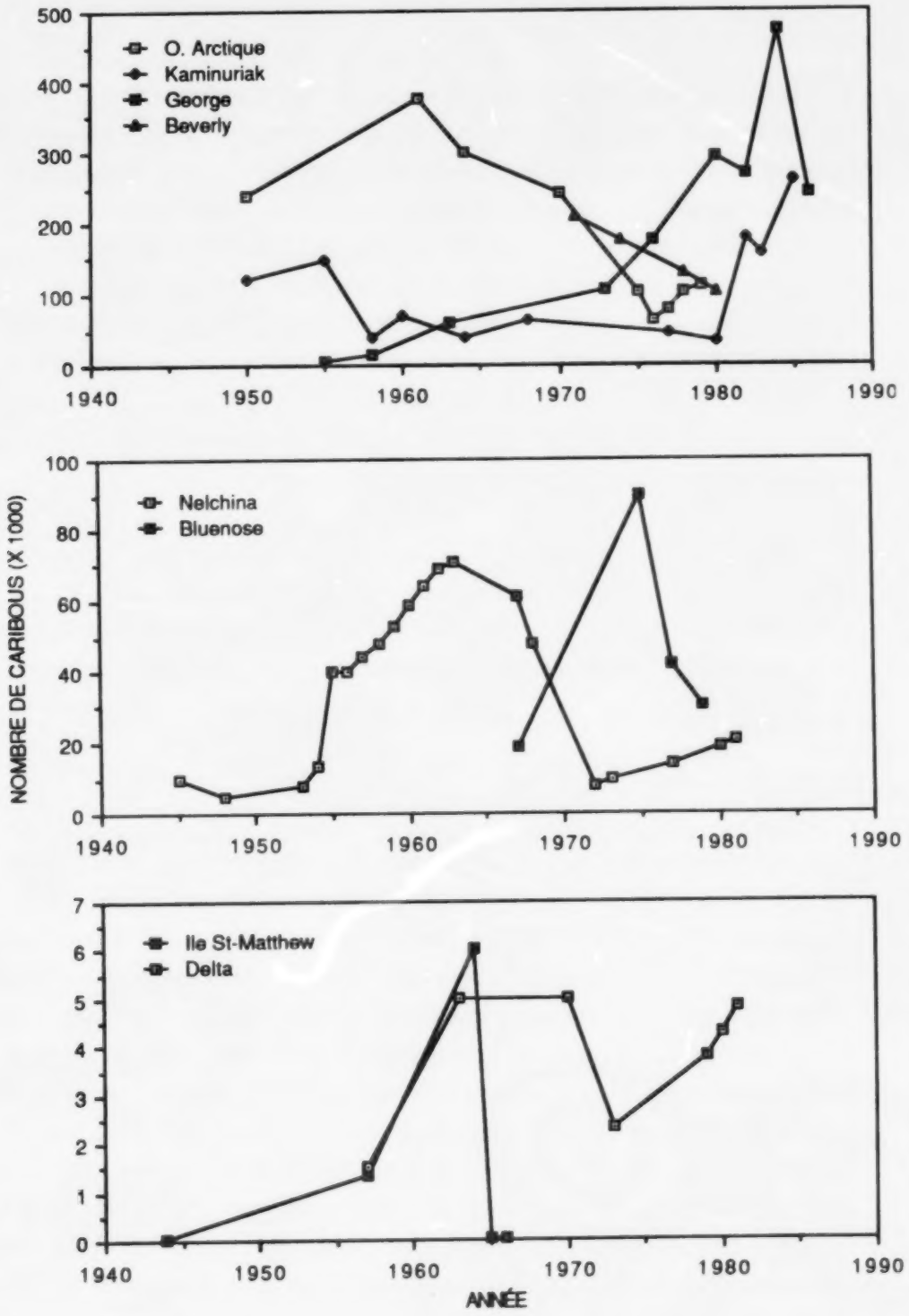


Fig. 5. Évolution comparative de différents troupeaux de caribous

longue période. La taille de ce troupeau se maintient autour de 125 000 caribous depuis une vingtaine d'années (Miller, 1982; Williams et Heard, 1986) mais il apparaît qu'il s'agit peut-être de son niveau minimal plutôt que maximal (Haber et Walters, 1980). Ceci expliquerait la stabilité observée puisque l'instabilité caractérise mieux le niveau maximal d'un troupeau. La situation actuelle du Porcupine correspondrait ainsi à la période 1960-1980 du Kaminuriak (Fig. 5).

Habitat et condition physique

Les études sur l'habitat ne font que commencer dans le Nord du Québec mais il semble que l'on soit encore loin d'une sur-utilisation des ressources alimentaires pour la majorité de l'aire fréquentée par le troupeau. Cependant, il est possible que certains secteurs soient soumis localement à du sur-pâturage. Nos observations préliminaires en juin 1986 et 1987 semblent indiquer que le terrain de mise bas est sur-brouté en plusieurs endroits et que les lichens y sont pratiquement disparus.

On pourrait croire, comme certains, que les lichens ont toujours été rares sur les plateaux toundriques à l'est de la rivière George et jusqu'à la Mer du Labrador. Cependant, selon le Dr Serge Payette (comm. pers.) du Centre d'études nordiques de l'Université Laval, il semble plutôt que les conditions édaphiques et climatologiques dans cette région soient favorables à la croissance des lichens. En fait, nous assisterions davantage à une dégradation des lichens causée par l'action des caribous (piétinement et alimentation). Comme preuve, mentionnons également l'abondance des stades primaires de lichens partout sur le sol, ce qui indique le potentiel de ce secteur.

Certaines observations historiques montrent que déjà vers la fin du siècle dernier, les caribous au temps des naissances fréquentaient les hautes terres à l'est de la rivière George (Turner, 1894 *in* Harper, 1961). Plus récemment, on nota, depuis 1974, la présence des femelles sur ce terrain au moment du début des travaux scientifiques sur le troupeau. La densité moyenne de caribous sur l'ensemble du terrain de mise bas (localement les densités peuvent être beaucoup plus élevées) semble avoir augmenté jusqu'à atteindre 33 caribous·km^{-2} (22 si le troupeau n'était que de 320 000 têtes) en 1984 (Fig. 6). Calef (1981) a estimé que la densité moyenne sur un terrain de mise bas se situait entre 3.8 et 7.7 caribous·km^{-2} et que la densité dépassait rarement 11.5 caribous·km^{-2}. Parker (1972) présentait des chiffres comparables pour le troupeau du Kaminuriak, soit entre 4.6 et

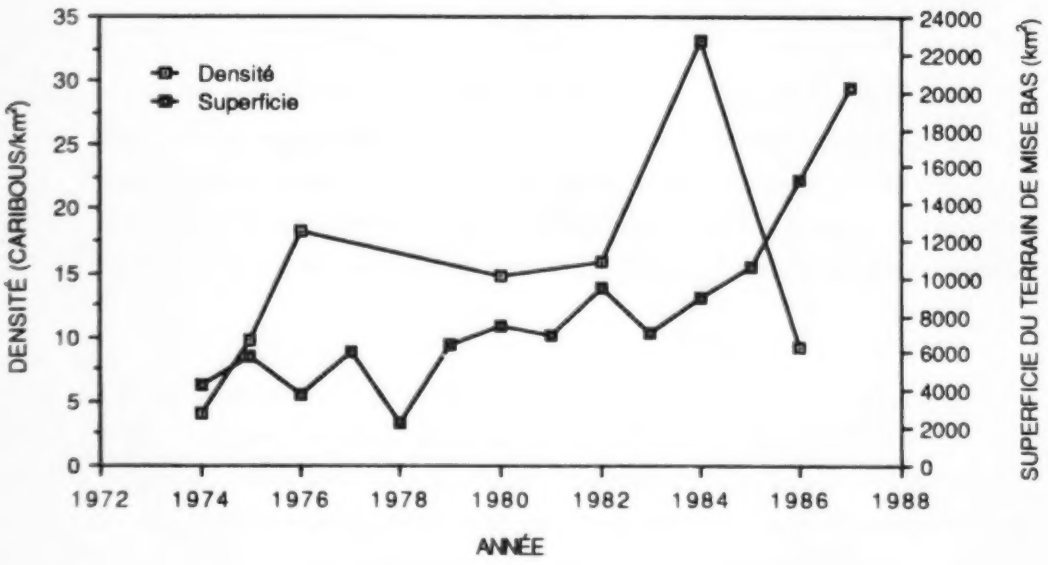


Fig. 6. Superficie occupée et densité totale de caribous sur le terrain de mise bas depuis 1974

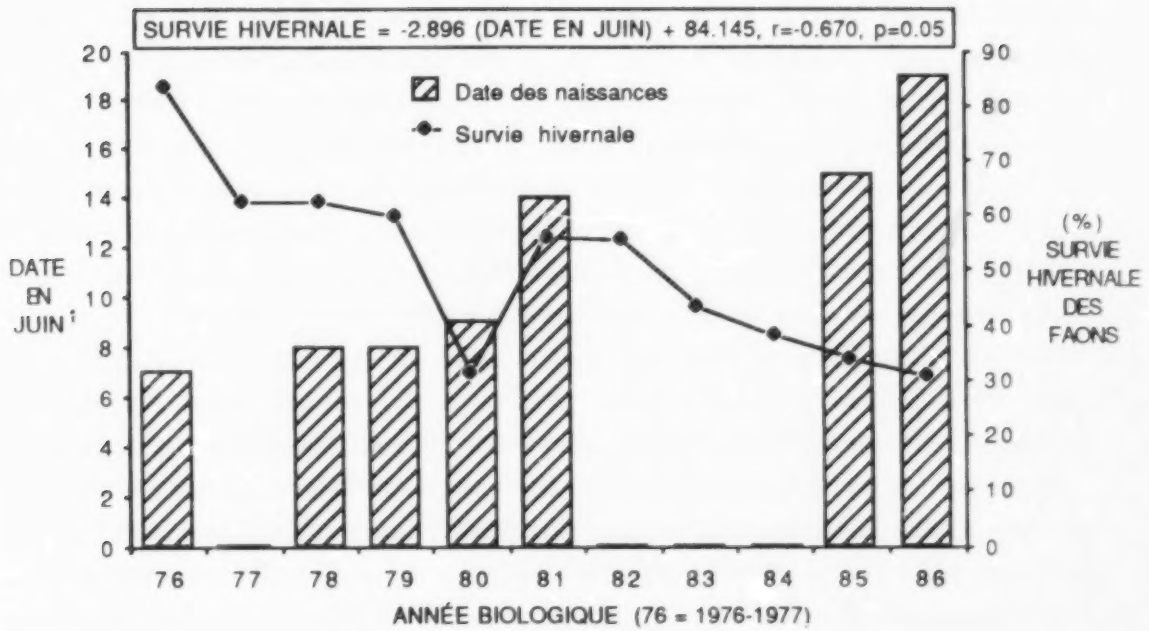
5.3 en moyenne et des extrêmes qui pouvaient atteindre localement jusqu'à 19 caribous·km^{-2}. Le troupeau de la rivière George a toujours enregistré des densités élevées sur le terrain de mise bas. Le sur-pâturage a probablement provoqué l'éclatement de ce terrain dont la superficie a doublé depuis quelques années (Fig. 6). De plus, la piètre qualité de l'habitat sur ces hautes terres expliquerait, selon nous, que les caribous ne passent plus l'été à ces endroits, comme le notait Juniper (1980b). Ces modifications compliquent considérablement la chasse sportive puisque, lors des migrations vers l'ouest à la sortie des aires estivales en août et en septembre, les grandes hardes de caribous se déplaçaient habituellement entre les rivières George et Caniapiscau, soit dans les secteurs fréquentés par les chasseurs. Depuis quelques années, et en particulier durant la saison 1987 où la chasse a été difficile, ces migrations se sont amorcées plus tôt et déjà à la fin de juillet, les animaux avaient traversé, pour la plupart, la zone de chasse la plus productive et les hardes se dirigeaient vers le nord-ouest. La baisse légère du succès de chasse en 1987 semblerait reliée, selon nous, à l'hypothèse de la dégradation de l'habitat dans la partie est du territoire.

Nous croyons, sur la base d'observations très fragmentaires, que la majorité de l'habitat du troupeau de la rivière George est de bonne qualité et modérément utilisé. Cependant certains secteurs, comme le terrain de mise bas situé à l'est de la rivière George, semblent sur-utilisés et de piètre qualité. La fidélité reconnue des femelles pour leur site de mise bas pourrait donc menacer leur survie et celle des jeunes qui les accompagnent. Cette possibilité avait été émise par Parker (1981) qui s'inquiétait également de l'utilisation répétée des terrains de mise bas. La détérioration de la condition physique observée récemment pourrait s'expliquer par cette dégradation locale de l'habitat ou par une augmentation trop grande des migrations annuelles et des dépenses énergétiques. Le poids des femelles gestantes à la fin de l'hiver est passé de 101.8 ± 3.3 kg en 1976 (Drolet et Dauphiné, 1976) à 93.4 ± 1.5 kg en 1980 (Parker, 1981) et à 85.6 ± 2.9 kg en 1984-1986 (Huot et Goudreault, 1985; Couturier *et al.*, sous presse; J. Huot, comm. pers.). D'autres paramètres de la condition physique montrent également des signes de fléchissement: longueur de la mandibule (depuis 1963), mesures des réserves adipeuses, etc. Nous croyons que la piètre qualité de l'habitat sur le terrain de mise bas nuit à la condition physique des femelles adultes et de leurs jeunes de mai à juillet. Les difficultés alimentaires de l'été diminuent la condition physique à l'automne et retarderaient l'ovulation et les naissances. Entre 1972 et 1974, la majorité (*i. e.* >75 faons: 100 femelles) des naissances était complétée avant le 4 juin. En 1986, il fallait attendre au 19 juin (Gagnon et Barrette, 1986). Le même phénomène a déjà été décrit ailleurs (Mitchell et Lincoln, 1973; Clutton-Brock *et al.*, 1982). On sait par ailleurs que le retard dans la date

des naissances semble exercer un effet négatif sur la survie hivernale des faons en diminuant la période estivale de croissance (Clutton-Brock *et al.*, 1982; Reimers *et al.*, 1983; Skogland, 1983).

Afin de tester cette hypothèse, deux analyses de régression linéaire ont été effectuées, entre la survie estivale ou hivernale d'une part, et la date des naissances depuis 1976 d'autre part (Fig. 7). Les coefficients de corrélation sont de r=-0.477 (p=0.140, n=7) et de r=-0.670 (p=0.050, n=7) respectivement pour la survie estivale et hivernale des faons ce qui tendrait à appuyer, malgré la faible taille de l'échantillon, l'hypothèse du déclin de la survie hivernale des faons causée par un retard dans la date des naissances à la suite d'une détérioration de la condition physique.

Une autre hypothèse avance que la survie estivale est corrélée au poids à la naissance des nouveau-nés (Clutton-Brock *et al.*, 1982). La survie estivale était relativement bonne avant 1984 alors qu'elle déclina rapidement par la suite. Nous ne disposons pratiquement d'aucune donnée avant 1987 où le poids à la naissance était de 6.51 kg (n=6) et 7.09 kg (n=8) respectivement pour les faons femelles et les faons mâles. Il est difficile de comparer ces résultats avec ce qui existe dans la littérature étant donné l'ambiguïté qui persiste encore sur le statut de sous-espèce du caribou de la rivière George. Banfield (1961) avait établi que tous les caribous québécois appartenaient à la sous-espèce de caribous des bois (*Rangifer tarandus caribou*). Selon nous, les petits troupeaux de la Baie James, de la Côte-Nord, de Val-D'Or et de la Gaspésie appartiennent à cette sous-espèce, contrairement aux troupeaux de la rivière George, de la rivière aux Feuilles ou de la rivière Koroc (voir la figure 1 ainsi que Bélanger et Le Henaff (1985) pour la répartition des troupeaux) qui s'apparentent davantage à plusieurs points de vue à la sous-espèce du caribou de la toundra (*Rangifer tarandus groenlandicus*). Une étude crâniométrique en cours devrait permettre d'éclaircir ce point (Couturier *et al.*, en prép.). Les poids à la naissance du caribou des bois sont largement supérieurs à ceux observés chez le caribou de la toundra. McEwan (1968) présente des poids moyens pour les femelles et les mâles respectivement de 4.7 kg (n=19) et 5.2 kg (n=24) pour le caribou de la toundra tandis que les données de Bergerud (1971, p. 36) montrent un poids moyen pour les deux sexes regroupés de 7.6 kg (n=332) entre 1958 et 1966 pour le caribou des bois. Sous cet autre aspect, il semble que le troupeau de la rivière George se situe encore une fois à mi-chemin entre le caribou des bois et celui de la toundra.



[1]Date à laquelle le ratio "faon: 100 femelles" ≥ 75

Fig. 7. Retard de la date des naissances et diminution de la survie hivernale des faons depuis 1976

Densité et dispersion

La densité globale du troupeau de la rivière George, à l'automne, est passée de 0.6 caribous·km^{-2} entre 1971-1975, à 1.9 entre 1976-1980, à 1.3 entre 1981-1984 (ou 0.8 si la population a été surévaluée en juin 1984) et à 0.5 entre 1985-1986. Ces densités très élevées sont comparables à ce qu'on reconnaissait jusqu'à maintenant comme le record absolu atteint par un grand troupeau. Entre 1963 et 1965, le troupeau du Nelchina en Alaska avait atteint 1.5-1.9 caribous·km^{-2} alors qu'il était en pleine expansion, dépassant le sommet historique de 70 000 bêtes. Dix ans plus tard, ce même troupeau touchait un autre niveau historique, cette fois son plus bas jamais enregistré, soit 10 000 caribous. L'évolution de la densité du troupeau de la rivière George et la diminution récente du recrutement semble correspondre assez bien au modèle des équilibres multiples décrit par Haber et Walters (1980). Les densités ont été maximales entre 1976 et 1984 et très vite, comme prévu par le modèle, l'équilibre à de fortes densités s'est rompu et le troupeau a commencé à décliner. L'équilibre en place sous de faibles densités (<0.4 caribous·km^{-2}), contrôlé par la prédation, dure pour sa part beaucoup plus longtemps et décrit bien la situation de la majorité des troupeaux nord-américains. Haber et Walters (1980) ajoutaient que des phénomènes de dispersion survenaient lorsque les troupeaux approchaient de leur sommet historique. Ils associaient l'expansion rapide de l'aire de répartition du troupeau de la rivière George à un début de processus devant mener à la dispersion et à l'émigration d'une partie du troupeau. Il est possible que ce soit ce phénomène qui ait entraîné la formation et la croissance du troupeau de la rivière aux Feuilles. Le nombre de femelles adultes sur le terrain de mise bas est passé de 32 812 ± 6541 en 1983 (Le Henaff, 1983) à 45 981 ± 8722 (p=0.05) en 1986 (Crête *et al.*, 1987). Il faut noter cependant que les méthodes d'inventaires ont été différentes en 1983 (décompte visuel en hélicoptère) et en 1986 (photographies aériennes).

L'aire de répartition du troupeau de la rivière George, telle que déterminée par la radio-télémétrie, a plus que triplé récemment passant de 160 000 km^2 en 1971-1975 à près de 550 000 km^2 en 1986. En août 1987, les résultats des repérages radio-télémétriques ont montré que les caribous du troupeau de la rivière aux Feuilles (n=31 colliers-radio repérés) étaient mélangés avec ceux de la rivière George (n=17 colliers-radio repérés) dans un secteur non fréquenté habituellement à cette période de l'année par le troupeau de la rivière George. Le suivi radio-télémétrique des prochaines années devrait permettre de déterminer si des mouvements de dispersion surviennent.

Prédation par le loup

Ne possédant que des données partielles sur le sujet, il semble néanmoins que les populations de loups soient en augmentation dans le Nord du Québec et au Labrador (Parker et Luttich, 1986). L'étude du Comité de recherche sur la récolte autochtone a permis de montrer une augmentation du nombre de loups capturés de 1976 à 1980 pour les trois villages inuit (Kuujjuaq, Tasiujaq, Kangiqsualujjuaq) situés au coeur de l'aire de répartition du troupeau de la rivière George. Au cours de ces années, la récolte a oscillé entre 124 et 276 loups. Nous ne disposons malheureusement pas de données plus récentes mais certaines observations montrent que l'expansion de la population de loups s'est poursuivie jusqu'à maintenant. En 1986-1987, les chasseurs de Kuujjuaq ont récolté 113 loups (Vandal *et al*., 1988) tandis que ceux des deux autres communautés en abattaient probablement au moins une centaine chacune. La baisse du recrutement observée depuis 1976 pourrait avoir été causée par une augmentation de la prédation, tel que suggéré par Bergerud (1980) et par Bergerud et Elliot (1986), mais les données sont encore trop partielles pour appuyer ou réfuter cette hypothèse.

Facteurs indépendants de la densité

Des facteurs indépendants de la densité peuvent également intervenir dans la dynamique du troupeau. Ainsi le déclin prononcé du recrutement observé en 1980-1981 semble avoir coïncidé avec une accumulation de neige exceptionnelle (586 cm, station météorologique de Schefferville) soit 72% de plus que la moyenne entre 1951-1980. De plus, lors du même hiver les précipitations sous forme de pluie ont également dépassé de 14% la moyenne, ce qui a dû rendre encore plus difficile la cueillette de nourriture. Bergerud et Elliot (1986) et Van Ballenberghe (1985) ont également noté un tel effet dépressif des conditions nivales sur le recrutement. Gates *et al.* (1986) ont montré sur l'Ile Coats dans la Baie d'Hudson (Fig. 1) que, suite à des hivers difficiles, la production de faons était très faible. Par contre dans les années plus favorables, le troupeau possédait le potentiel de se rétablir rapidement comme l'indique le ratio de 76.1 "faons par 100 femelles" observé en novembre 1981. Miller *et al.* (1977) n'ont observé aucun faon en 1972 suivant un hiver difficile sur l'Ile Melville dans les Territoires du Nord-Ouest.

CONCLUSION

Le troupeau de la rivière George semble prêt à révéler quelques secrets sur les mécanismes qui contrôlent l'évolution d'un grand troupeau. Malheureusement, certaines données sont encore manquantes et nous empêchent de trouver une réponse satisfaisante aux questions que les théoriciens ont soulevées (Skoog, 1968; Bergerud, 1980; Haber et Walters, 1980; Skogland, 1985, 1986). Cependant, il semble déjà que ni l'une ni l'autre des thèses soutenues n'explique complètement les variations observées dans la dynamique récente du troupeau.

Nous sommes d'accord avec Bergerud (1980) que la méthode scientifique, si elle veut progresser, doit procéder par hypothèse. Une hypothèse est avant tout une simplification de la complexité écologique d'un phénomène. Dans le cas de la démographie du caribou, nous croyons cependant que cette simplification a été exagérée (loup *vs* habitat) et qu'elle ne représentait plus adéquatement l'ensemble des paramètres susceptibles d'exercer un effet sur les populations. Plutôt que d'apporter une preuve définitive à l'une ou l'autre des thèses défendues ardemment, tel que plusieurs l'espéraient, nos observations tendent à montrer que le troupeau de la rivière George, comme tout phénomène écologique, serait en train d'illustrer l'effet de plusieurs facteurs agissant conjointement pour contrôler l'évolution du troupeau. Ainsi, nous suggérons que la stagnation récente des effectifs s'explique principalement par une baisse du recrutement brut qui serait provoquée surtout par une augmentation de la mortalité hivernale des faons et par une dégradation de la condition physique des femelles. Selon nous, cette dégradation serait causée par la piètre qualité de l'habitat, non pas sur l'ensemble de l'aire annuelle de répartition, mais uniquement sur le terrain de mise bas traditionnellement fréquenté depuis des décennies. Des relations complexes semblent s'exercer entre la qualité de l'habitat d'été, l'augmentation des dépenses énergétiques liée à l'accroissement des déplacements, la condition physique des femelles, la date des naissances et la survie des faons. L'augmentation de la prédation constitue peut-être un autre élément susceptible d'intervenir depuis quelques années et pourrait expliquer en partie la baisse de la survie des faons. Certains facteurs indépendants de la densité comme les conditions météorologiques peuvent également venir amplifier les tendances démographiques du troupeau. Il convient de noter également que l'évolution récente de la densité et la croissance du troupeau de la rivière aux Feuilles correspondent bien au modèle des équilibres multiples et des phénomènes de dispersion décrits par Haber et Walters (1980).

Nous recommandons la plus grande prudence concernant tout projet majeur visant à accroître considérablement la récolte de caribous de la rivière George tant qu'un autre inventaire ne viendra pas préciser la taille du troupeau. Ainsi nous croyons que le contexte décrit dans l'étude de faisabilité du projet de commercialisation du caribou (Québec, 1984) pourrait être fort différent actuellement puisque les arguments de ce projet résidaient dans le taux de croissance rapide du troupeau entre 1955 et 1982 et dans une chasse sportive s'accroissant lentement. L'étude de faisabilité ne pouvait prévoir la noyade de 10 000 caribous et la publicité sans précédent qui a suivi l'événement. Cette vaste campagne ainsi que la force du dollar américain a permis aux pourvoyeurs de pénétrer efficacement le marché des États-Unis afin d'attirer une nouvelle clientèle. De plus, de nouvelles modalités de chasse (abris temporaires, quotas à deux caribous, saisons plus longues, etc.) ont permis d'accroître également la clientèle des résidents québécois attirés entre autres par des tarifs inférieurs. Entre 1984 et 1986, la récolte sportive au Québec s'est accrue de 40% annuellement. On abattait près de 9000 caribous à la chasse sportive en 1986 et les données préliminaires de la saison 1987 semblent montrer que la récolte est demeurée à peu près stable en dépit d'un accroissement du nombre de chasseurs. Cette baisse légère du succès de chasse s'explique cette année par le déplacement hâtif des hardes vers l'ouest. La majorité de cette récolte sportive se fait probablement sur le troupeau de la rivière George.

Compte tenu du développement prévu de l'industrie de la pourvoirie (Québec, en prép.), nous estimons que la croissance de la chasse sportive et de la chasse d'alimentation serait suffisante à court terme pour tenter de récolter les surplus disponibles. Il est impossible actuellement de déterminer le niveau maximal de caribous que l'on pourrait prélever, ceci dépendant du sexe et de l'âge des bêtes récoltées, mais aussi de la taille et du taux d'accroissement annuel du troupeau. Comme certaines incertitudes persistent encore au sujet de la taille du troupeau et considérant la diminution importante du recrutement depuis 1977, nous croyons qu'il faudrait réévaluer pour le moment les projets d'exploitation commerciale à moins que cette récolte ne touche un autre troupeau, comme celui de la rivière aux Feuilles. Ce dernier, à l'automne 1986, atteignait 106 000 caribous (Crête *et al.*, 1987) et est probablement sous-exploité. On devrait ainsi favoriser l'expansion de la récolte de ce troupeau selon la suggestion faite par Haber et Walters (1980) qui recommandaient d'exploiter par alternance les troupeaux voisins (rotating pulse harvest) au gré de leurs variations cycliques (10-20 ans).

Cette synthèse constitue la première étape de l'étude du recrutement et de la dynamique du troupeau de la rivière George. Sans aucun doute, le moment attendu par plusieurs observateurs à travers le monde est arrivé et il convient de suivre en détails tous les éléments susceptibles d'agir dans l'évolution démographique du troupeau maintenant qu'il a commencé à décroître. En particulier, il faudrait mettre l'accent sur une zone grise de nos connaissances, soit l'effet de la prédation par le loup. De plus, il faudrait que nous tentions d'élucider les relations qui existent entre la condition physique des caribous et le recrutement. La survie des faons constitue, selon notre analyse, la composante majeure influençant la dynamique du troupeau et devrait constituer le coeur de la prochaine étude des mécanismes contrôlant le troupeau de la rivière George.

RÉFÉRENCES

AUDET, R. 1979. Histoire du caribou du Québec-Labrador et évolution des populations. Recherches amérindiennes au Québec 9 (1-2): 17-27.

BANFIELD, A. W. F. 1961. A revision of the reindeer and caribou, genus *Rangifer*. National Museum of Canada Bulletin 177 (Biological Series 66). 137 p.

BANFIELD, A. W. F., et TENER, J. S. 1958. A preliminary study of Ungava caribou. Journal of Mammalogy 39: 560-573.

BÉLANGER, M., et LE HENAFF, D. 1985. Distribution, abundance and regulation of caribou hunting in Québec. *In* : Meredith, T. C., et Martell, A. M., eds. Proceedings of the 2nd North American caribou workshop, Val Morin, Québec, 1984. Moore, T. R., ed., McGill Subarctic Research Paper No. 40. 3-13.

BERGERUD, A. T. 1967. Management of Labrador caribou. Journal of Wildlife Management 31: 621-642.

_____. 1971. The population dynamics of Newfoundland caribou. Wildlife Monographs No. 25. 55 p.

_____. 1978. Caribou. *In* : Schmidt, J. L., et Gilbert, D. L., eds. Big Game of North America, Ecology and Management. Harrisburg, Pa.: Stackpole Books. 83-101.

_____. 1980. A review of the population dynamics of caribou and wild reindeer in North America. *In* : Reimers, E., Gaare, E., et Skjenneberg, S., eds. Proceedings of the 2nd International Reindeer/Caribou Symposium, Roros, Norway, 1979. Trondheim: Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. 556-581.

BERGERUD, A. T., et ELLIOT, J. P. 1986. Dynamics of caribou and wolves in northern British Columbia. Canadian Journal of Zoology 64: 1515-1529.

BERGERUD, A. T., NOLAN, M. J., CURNEW, K., et MERCER, W. E. 1983. Growth of the Avalon Peninsula, Newfoundland caribou herd. Journal of Wildlife Management 47: 989-998.

BOS, G. N. 1975. A partial analysis of the current population status of the Nelchina caribou herd. *In* : Luick, J. R., Lent, P. C., Klein, D. R., et White, R. G., eds. Proceedings of the First International Reindeer/Caribou Symposium. Biological Papers University of Alaska, Special Report 1: 170-180.

CALEF, G. 1981. Caribou and the barren-lands. Ottawa: Canadian Arctic Resources Commitee. Toronto: Firefly Books Limited. 176 p.

_____. 1982. Report on the George River caribou herd. Rapport contractuel. Labrador Inuit Association, Labrador. 33 p.

CARRUTHERS, D. R., et JAKIMCHUK, R. D. 1983. The distribution, numbers and movements of the Bluenose caribou herd, Northwest Territories, Canada. *In* : Pulliainen, E., ed. Proceedings of the Third International Theriological Congress, Helsinki, 1982. VII. Third International Reindeer/Caribou Symposium, Saariselkä, 1982. Acta Zoologica Fennica 175: 141-143.

CAUGHLEY, G. 1977. Analysis of Vertebrate Populations. London: John Wiley and Sons. 234 p.

CLUTTON-BROCK, T. H., GUINNESS, F. E., et ALBON, S. D. 1982. Red deer - Behavior and ecology of two sexes. Chicago: University of Chicago Press, Wildlife Behavior and Ecology Series. 378 p.

COCHRAN, W. G. 1977. Sampling Techniques. 3rd Ed. New York: John Wiley and Sons, Inc. 428 p.

COUTURIER, S., et BARRETTE, C. (sous presse). The behavior of moose at natural salt licks in Québec. Canadian Journal of Zoology 00: 000-000.

COUTURIER, S., BRUNELLE, J., et LAPOINTE, G. (sous presse). Decline of physical condition and decrease of recruitment in the George River caribou herd. Proceedings of the Third North American Caribou Workshop, novembre 1987, Chena Hot Springs, Alaska. (résumé)

COUTURIER, S., BARRETTE, C., et DE JONG, V. Z. (en prép.). Etude crâniométrique et statut de sous-espèce du caribou de la rivière George.

CRETE, M., LE HENAFF, D., NAULT, R., VANDAL, D., et LIZOTTE, N. 1987. Estimation du nombre de caribous associés aux aires de mise bas de la rivière aux Feuilles et de la rivière George en 1986. Version préliminaire. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec. 31 p.

DAUPHINÉ, T. C. 1976. Biology of the Kaminuriak population of barren-ground caribou. Part 4: Growth, reproduction and energy reserves. Canadian Wildlife Service Report Series No. 38. 71 p.

DAVIS, J. L., VALKENBURG, P., et BOERTJE, R. D. 1983. Demography and limiting factors of Alaska's Delta caribou herd, 1954-1981. *In* : Pulliainen, E., ed. Proceedings of the Third International Theriological Congress, Helsinki, 1982. VII. Third International Reindeer/Caribou Symposium, Saariselkä, 1982. Acta Zoologica Fennica 175: 135-137.

DAVIS, J. L., VALKENBURG, P., et REYNOLDS, H. V. 1980. Population dynamics of Alaska's Western Arctic caribou herd. *In* : Reimers, E., Gaare, E., et Skjenneberg, S., eds. Proceedings of the 2nd International Reindeer/Caribou Symposium. Roros, Norway, 1979. Trondheim: Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. 595-604.

DESMEULES, P., et BRASSARD, J. M. 1963. Inventaire préliminaire du caribou *Rangifer tarandus caribou* d'un secteur de la Côte-Nord et du secteur centre de l'Ungava. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de la faune, Québec. Rapport No. 3. 187-218.

DOERR, J. G. 1979. Population analysis and modeling of the Western Arctic Caribou Herd with comparisons to other Alaskan *Rangifer* populations. Thèse de maîtrise, University of Alaska, Fairbanks. 341 p.

_____. 1980. Modeling the population decline of two Alaskan caribou herds. *In* : Reimers, E., Gaare, E., et Skjenneberg, S., eds. Proceedings of the 2nd International Reindeer/Caribou Symposium. Roros, Norway, 1979. Trondheim: Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. 611-623.

DROLET, C. A., et DAUPHINÉ, T. C. 1976. Ungava caribou collections - Preliminary report. Canadian Wildlife Service. Rapport non publié.

ELTON, C. 1942. Caribou herds and modern trade. *In* : Voles, mice and lemmings: problems in population dynamics. London: Oxford University Press. 362-389.

FELDMAN, D., et GAGNON, J. 1985. StatView. Calabasas: BrainPower, Inc. 112 p.

FERGUSON, S. H., LUTTICH, S., et GOUDREAULT, F. 1985. Recruitment and overwinter calf survival for the George River caribou herd. Government of Newfoundland and Labrador, Department of Culture, Recreation and Youth, Wildlife Division, Labrador. Field Project Report No. 4009. 25 p. et appendices.

GAGNON, L., et BARRETTE, C. 1986. Inventaire terrestre des caribous de la rivière George, sur l'aire de mise bas, juin 1986. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la faune terrestre, Québec. SP 1219-01-87 . 79 p.

GATES, C. C. 1985. The fall and rise of the Kaminuriak caribou population. *In* : Meredith, T. C., et Martell, A. M., eds. Proceedings of the 2nd North American caribou workshop, Val Morin, Québec, 1984. Moore, T. R., ed., McGill Subarctic Research Paper No. 40. 215-228.

GATES, C. C., ADAMCZEWSKI, J., et MULDERS, R. 1986. Population dynamics, winter ecology and social organization of Coats Island caribou. Arctic 39: 216-222.

GOUDREAULT, F. 1982. Dénombrement des caribous sur l'aire de mise bas du troupeau du fleuve George en juin 1982. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale du Nouveau-Québec, Québec. 18 p.

GOUDREAULT, F., LE HENAFF, D., CRETE, M., et LUTTICH, S. 1985. Dénombrement des caribous sur l'aire de mise bas du troupeau de la rivière George par photographies aériennes verticales en juin 1984. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec. 18 p. et annexes.

HABER, G. C., et WALTERS, C. J. 1980. Dynamics of the Alaska-Yukon caribou herds and management implications. *In* : Reimers, E., Gaare, E., et Skjenneberg, S., eds. Proceedings of the 2nd International Reindeer/Caribou Symposium. Roros, Norway, 1979. Trondheim: Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. 645-660 et appendice.

HARPER, F. 1961. Land and fresh-water mammals of the Ungava Peninsula. University of Kansas. Miscellaneous Publication No. 27. 178 p.

HEARD, D. C., et CALEF, G. W. 1986. Population dynamics of the Kaminuriak caribou herd, 1968-1985. *In* : Gunn, A., Miller, F. L., et Skjenneberg, S., eds. Proceedings of the Fourth International Reindeer/Caribou Symposium, Whitehorse, Canada, 1985. Rangifer, Special Issue No. 1, 1986: 159-166.

HEMMING, J. E. 1975. Population growth and movement patterns of the Nelchina caribou herd. *In* : Luick, J. R., Lent, P. C., Klein, D. R., et White, R. G., eds. Proceedings of the First International Reindeer/Caribou Symposium. Biological Papers University of Alaska, Special Report 1: 162-169.

HUOT, J., et GOUDREAULT, F. 1985. Evaluation of several indices for predicting total body fat of caribou. *In* : Meredith, T. C., et Martell, A. M., eds. Proceedings of the 2nd North American caribou workshop, Val Morin, Québec, 1984. Moore, T. R., ed., McGill Subarctic Research Paper No. 40. 157-175.

JEAN, M. 1980. Recensement du caribou sur le terrain de vêlage du lac Champdoré (nord-est de Schefferville), juin 1979, et comparaison avec le recensement de 1974. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la recherche faunique, Québec. RRF No. 54. 9 p. et annexes.

JUNIPER, I. 1974. Recensement et étude sur le terrain de vêlage du caribou, Nord-est de Schefferville, mai-juin 1974. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de la recherche biologique, Québec. 22 p.

_____ . 1980a. Estimé du niveau de population du troupeau de caribous du fleuve George - 1980. Document de travail, non publié. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec. 7 p.

_____ . 1980b. Problems in managing an irrupting caribou herd. *In* : Reimers, E., Gaare, E., et Skjenneberg, S., eds. Proceedings of the 2nd International Reindeer/Caribou Symposium, Roros, Norway, 1979. Trondheim: Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. 722-724.

_____ . 1982. The George River caribou herd--A preliminary investigation. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec. 30 p.

KELSALL, J. P. 1968. The migratory barren-ground caribou of Canada. Canadian Wildlife Service Monograph No. 3. Ottawa: Queen's Printer. 340 p.

KLEIN, D. R. 1968. The introduction, increase, and crash of reindeer on St. Matthew Island. Journal of Wildlife Management 32: 350-367.

LE HENAFF, D. 1983. Troupeau de caribous de la rivière aux Feuilles, Nouveau-Québec - Recensement sur le terrain de vêlage. Non publié. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec. 14 p.

LOW, A. P. 1896. Report on explorations in the Labrador Peninsula along the Eastmain, Koksoak, Hamilton, Manicuagan, and portions of other rivers, in 1892-95. Rapport annuel, Geological Survey of Canada 8: 1-387.

MARTELL, A. M., et RUSSELL, D. E. 1983. Mortality rate in the Porcupine caribou herd. *In:* Pulliainen, E., ed. Proceedings of the Third International Theriological Congress, Helsinki, 1982. VII. Third International Reindeer/Caribou Symposium, Saariselkä, 1982. Acta Zoologica Fennica 175: 139-140.

McEWAN, E. H. 1968. Growth and development of the barren-ground caribou. II. Postnatal growth rates. Canadian Journal of Zoology 46: 1023-1029.

MESSIER, F., et HUOT, J. 1985. Connaissances sur le troupeau de la rivière George. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec. SP 1025-11-85. 98 p.

MESSIER, F., FERRON, J., et OUELLET, J. P. 1987. Le caribou du Parc de la Gaspésie: synthèse des connaissances et recommandations sur la gestion du troupeau. SP 1225-03-87. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 60 p. et annexes.

MESSIER, F., HUOT, J., LE HENAFF, D., et LUTTICH, S. (soumis). Demography of the George river caribou herd: evidence of population regulation by forage exploitation and range expansion. Arctic 00: 000-000.

MILLER, F. L. 1982. Caribou (*Rangifer tarandus*). *In* : Chapman, J. A., et Feldhamer, G. A., eds. Wild Mammals of North America. Biology, Management, and Economics. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 923-959.

_____. 1983. Restricted caribou harvest of welfare - northern native's dilemma. *In* : Pulliainen, E., ed. Proceedings of the Third International Theriological Congress, Helsinki, 1982. VII. Third International Reindeer/Caribou Symposium, Saariselkä, 1982. Acta Zoologica Fennica 175: 171-175.

MILLER, F. L., RUSSELL, R. H., et GUNN, A. 1977. Peary caribou and muskoxen on western Queen Elizabeth Islands, NWT 1972-74. Canadian Wildlife Service Report Series No. 40. 55 p.

MITCHELL, B., et LINCOLN, G. A. 1973. Conception dates in relation to age and condition in two populations of red deer in Scotland. Journal of Zoology 171: 141-152.

MOISAN, G. 1964. Rapport préliminaire sur la situation du caribou au Nouveau-Québec. Université Laval, Québec. 17 p.

NORUSIS, M. J. 1986. SPSS/PC+™ for the IBM PC/XT/AT. Chicago: SPSS Inc.

PARKER, G. R. 1972. Biology of the Kaminuriak population of barren-ground caribou. Part 1. Total numbers, mortality, recruitment, and seasonal distribution. Canadian Wildlife Service Report Series No. 20. 95 p.

_____. 1980. Physical and reproductive parameters of pre-calving caribou (*Rangifer tarandus caribou*) in northern Labrador. Canadian Wildlife Service, Sackville, New Brunswick. 86 p.

_____. 1981. Physical and reproductive characteristics of an expanding woodland caribou population (*Rangifer tarandus caribou*) in northern Labrador. Canadian Journal of Zoology 59: 1929-1940.

PARKER, G. R., et LUTTICH, S. 1986. Characteristics of the wolf (*Canis lupus labradorius* Goldman) in Northern Quebec and Labrador. Arctic 39: 145-149.

PAYETTE, S. 1983. The forest toundra and present tree-lines of the northern Québec-Labrador Peninsula. Nordicana 47: 3-23.

PICHETTE, C., et BEAUCHEMIN, P. 1973. Inventaire aérien du caribou - février 1973. Non publié. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de la faune, Québec. 12 p.

QUÉBEC. 1984. Commercialisation de la viande de caribou du Nouveau-Québec. Etude de faisabilité. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale du Nouveau-Québec, Québec. 207 p.

_____. 1987. Plan de gestion du caribou du Nord québécois, 1987-1992. Version préliminaire 3. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale du Nouveau-Québec, Québec. 80 p.

_____. (en prép.). Directives et orientations du développement de la pourvoirie au Nouveau-Québec. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale du Nouveau-Québec, Québec.

REIMERS, E. 1977. Population dynamics in two subpopulations of reindeer in Svalbard. Arctic and Alpine Research 9: 369-381.

REIMERS, E., KLEIN, D. R., et SORUMGARD, R. 1983. Calving time, growth rate and body size of Norvegian reindeer on different ranges. Arctic and Alpine Reasearch 15: 107-118.

ROWELL, J. (sous presse). Labrador Inuit commercial hunt, George River Herd. Proceedings of the Third North American Caribou Workshop, novembre 1987, Chena Hot Springs, Alaska.

SKOGLAND, T. 1983. The effects of density dependent resource limitation on size of wild reindeer. Oecologia (Berlin) 60: 156-168.

_____. 1985. The effects of density-dependent resource limitations on the demography of wild reindeer. Journal of Animal Ecology 54: 359-374.

_____. 1986. Density dependent food limitation and maximal production in wild reindeer herds. Journal of Wildlife Management 50: 314-319.

SKOOG, R. O. 1968. Ecology of the Caribou (*Rangifer tarandus granti*) in Alaska. Thèse de doctorat, University of California, Berkely. 699 p.

THOMAS, D. C. 1969. Population estimates and distribution of barren-ground caribou in Mackenzie District, Northwest Territories, Saskatchewan and Alberta - March to May, 1967. Canadian Wildlife Service Report Series No. 9. 44 p.

VAN BALLENBERGHE, V. 1985. Wolf predation on caribou: the Nelchina herd case history. Journal of Wildlife management 49: 711-720.

VANDAL, D., et BARRETTE, C. 1985. Snow depth and feeding interactions at snow craters in woodland caribou. *In* : Meredith, T. C., et Martell, A. M., eds. Proceedings of the 2nd North American carbou workshop, Val Morin, Québec, 1984. Moore, T. R., ed., McGill Subarctic Research Paper No. 40. 199-212.

VANDAL, D., et BARRETTE, C. sous presse. Sparring in caribou: Antler use by males and females. 2e Atelier sur le développement des bois. 18e Congrès de l'Union internationale des biologistes de la faune, Cracovie, Pologne, août 1987.

VANDAL, D., et COUTURIER, S. 1988. Délimitation de l'aire de mise bas du troupeau de caribous de la Rivière George en juin 1987. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale du Nouveau- Québec, Québec. 20 p.

VANDAL, D., ADAMS, J., et COUTURIER, S. 1988. Récolte de caribous et de loups par les Inuit de Kuujjuaq en 1986-1987. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale du Nouveau- Québec, Québec. 6 p.

VANDAL, D., COUTURIER, S., et FISET, D. (en prép.). Réflexions méthodologiques et structure de population en novembre 1987 du troupeau de caribous de la Rivière George. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale du Nouveau- Québec, Québec.

WETMORE, S. P. 1973. Three aerial caribou surveys of northern Labrador and northeastern Québec, February, March-April and May-June, 1973. Newfoundland- Labrador Wildlife Division. 20 p.

WHITE, R. G., BUNNEL, F. L., GAARE, E., SKOGLAND, T., et HUBERT, B. 1981. *In* : Bliss, L. C., Heal, O. W., et Moore, J. J., eds. Partie IV, Chapitre 13. Tundra ecosystems: a comparative analysis. Cambridge: Cambridge University Press. 397-482.

WILLIAMS, I. M., et HEARD, D. C. 1986. World status of wild *Rangifer tarandus* populations. *In* : Gunn, A., Miller, F. L., et Skjenneberg, S., eds. Proceedings of the Fourth International Reindeer/Caribou Symposium, Whitehorse, Canada, 1985. Rangifer, Special Issue No. 1, 1986: 19-28.

Gouvernement du Québec
Ministère du Loisir,
de la Chasse et de la Pêche
Direction régionale du Nouveau-Québec